



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 01 797 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 02 K 29/00

21 Aktenzeichen: 197 01 797.5  
22 Anmeldetag: 20. 1. 97  
43 Offenlegungstag: 24. 7. 97

DE 197 01 797 A 1

30 Unionspriorität:

96-976	18.01.96	KR
96-977	18.01.96	KR
96-18767	30.05.96	KR
96-33202 U	09.10.96	KR

71 Anmelder:

Yuyu Co., Ltd., Seoul/Soul, KR; Amotron Co., Ltd.,  
Seoul/Soul, KR

74 Vertreter:

Benedum, U., Dipl.-Chem.Univ.Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
81669 München

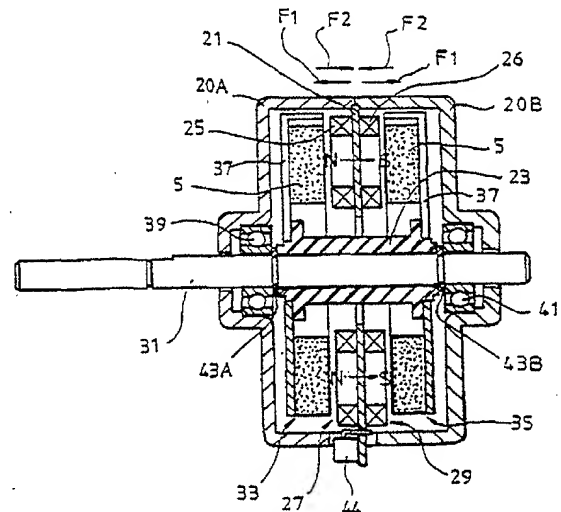
72 Erfinder:

Kim, Byungkyu, Seoul/Soul, KR; Kim, Joon,  
Seoul/Soul, KR; Kim, Donghoon, Seoul/Soul, KR;  
Bazarov, Boris, St. Petersburg, RU

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor und Verfahren zur Herstellung der Ständergruppe

57 Bürstenloser Gleichstrommotor mit ringförmigen Läufern (33, 35), auf denen Magnete (5) mit wechselweiser Polarität angeordnet sind. Die Welle (31) des Motors ist drehbar gehalten und über eine Laufbuchse mit dem Mittenabschnitt der Läufer (33, 35) verbunden. Der ringförmige Ständer (27, 29) besitzt eine Anzahl Spulen (25, 28), gehalten von einer Formmasse, die auf die Läufer in entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft ausüben. Der Ständer ist mit Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Läufer (33, 35) montiert. Der Motor hat zudem eine gedruckte Regelungsleiterplatte, die den Antriebsstrom in den Ständer einspeist. Das Gehäuse, die Leiterplatte und die Läufer haben Lüftungslöcher, so daß dem Motor frische Außenluft zugeführt wird.



DE 197 01 797 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor und ein Verfahren zur Herstellung von dessen Ständerbaugruppe. Sie betrifft insbesondere einen kernlosen BLDC-Motor (BLDC = BrushLess Direct Current) mit zwei Läufern und einem Ständer sowie ein Fertigungsverfahren für die Ständerbaugruppe, das die Vorzüge — nicht aber die Nachteile — von Gleichstrommotoren mit und ohne Kern vereint.

BLDC-Motoren kann man, je nach dem ob, ein Ständerkern vorhanden ist oder nicht, in Motoren mit zylindrischem oder radialem Kern und in kernlose, axiale Motoren einteilen. Ferner unterteilt man die BLDC-Motoren in Motoren mit inneren Magneten und in Motoren mit äußeren Magneten. Motoren mit inneren Magneten haben einen Ständer in Form einer zylindrischen Spule sowie einen Läufer, wobei die zylinderförmige Permanentmagnete auf Vorsprüngen am inneren Umfang des Läufers sitzen. Motoren mit äußeren Magneten haben einen Ständer mit aufgewickelter Spule und Läufer, bei denen die Permanentmagnete auf Vorsprüngen am äußeren Umfang sitzen.

Da der magnetische Kreis des BLDC-Motors mit Kern axialsymmetrisch ist, verursacht er bei Betrieb wenig Geräusch, eignet sich für niedrige Drehzahlen und erzeugt ein gutes Drehmoment. Beim BLDC-Motor mit Kern wird für die Konstruktion des Ständers jedoch sehr viel Material benötigt, und eine Großserienproduktion ist sehr aufwendig. Zudem sind der Ständer und der Läufer des BLDC-Motors mit Kern kompliziert aufgebaut, so daß man den Motor kompakt schwer kompakt halten kann. Auch ist kein hoher Wirkungsgrad garantiert, und der Motor erzeugt unerwünschte Drehmomente.

Es wurde daher ein kernloser BLDC-Motor wie in Fig. 1 vorgeschlagen: Da sind auf einer Welle 7 Läufer 5 befestigt, die jeweils aus einem ringförmigen Magneten 1 und einem Joch 3 bestehen. An dem Gehäuse 10 befinden sich Ständer 13, um die eckige, trägerlose Ständerspulen 11 gewickelt sind. Das Ende der Welle 7 ist im Lagerpaar 15 drehbar mit dem Gehäuse 10 verbunden.

Der magnetische Kreis des kernlosen BLDC-Motor verläuft hierbei axial zwischen den Läufern 5. Diese bestehen aus einem Satz Magneten mit Nord- und Südpolen 5A und 5B (siehe Fig. 3) und den mit Ständerspulen 11 umwickelten Ständern 13, welche die elektromagnetische Kraft erzeugen. Deshalb erzeugt der kernlose BLDC-Motor auch dann starke Axialschwingungen — wegen der anziehenden und abstoßenden Kräfte der Ständer und ihre ungleiche Magnetisierung — wenn sich zwischen den beiden Lagern 15 eine Pufferfeder 17 befindet. Bei Betrieb können die Axialschwingungen in dem System, in dem der kernlose BLDC-Motor eingesetzt ist, Resonanzen hervorrufen, wodurch die Geräuschentwicklung weiter steigt. Zwar sinkt der Motorwirkungsgrad bei hoher Drehzahl nicht, es entsteht aber viel Geräusch.

Wenngleich man mit beim beschriebenen kernlosen BLDC-Motor Material einspart, und er verglichen mit dem BLDC-Motor mit Kern einen hohen Wirkungsgrad besetzt, und wenngleich er kompakt hergestellt werden kann, so daß die Gesamtherstellungskosten geringer sind und die Produktivität steigt, so erzeugt der kernlose BLDC-Motor wegen der Axialschwingungen bei Betrieb sehr viel Geräusch.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor (BLDC-Motor) bereitzustellen, der zwar zwei Läufer und zwei Ständer hat, der aber den bei Betrieb auftretenden Axialschwingungen entgegenwirkt und ein doppelt oder mehrfach großes Drehmoment besitzt.

Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor bereitzustellen, der mehrstufig aufgebaut ist, so daß er eine größere Leistung besitzt, dennoch weniger Energie verbraucht, und der mit geringen Kosten hergestellt werden kann.

Es ist auch Aufgabe der Erfindung, einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor bereitzustellen, in dem eine Anzahl ringförmiger Spulen mit Spulenträger eingesetzt sind, so daß sich benachbarte Stufen leicht verbinden lassen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung von Ständerbaugruppen mit Spulenträgern zur Verfügung zu stellen, das sich für bürstenlose Gleichstrommotoren eignet, und mit dem eine verlässliche Isolation zwischen den ringförmigen Spulen bereitgestellt werden kann, so daß in der Konstruktion die Spulen vor Feuchtigkeit und Rost geschützt sind. Dabei soll der Motor aber zugleich klein und leicht sein und sich billig herstellen lassen. Günstig wäre auch, wenn die in und von den Antriebsbauteilen erzeugte Wärme konstruktionsgemäß rasch und effizient aus dem Motor abgeführt wird.

Diese Aufgabe wird gelöst von einem kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, den Beispielen und den anliegenden Zeichnungen. Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Herstellung der Ständerbaugruppe des Gleichstrommotors.

Erfindungsgemäß hat der kern- und bürstenlose Gleichstrommotor erste und zweite ringförmige Läufer, die jeweils eine Anzahl magnetischer Nord- und Südpole aufweisen, und zwar abwechselnd nebeneinander, wobei der erste und der zweite Läufer einander gegenüber angeordnet sind, so daß die entsprechenden Magnete entgegengesetzte Polarität besitzen; weiterhin hat er eine Welle, die über eine Laufbuchse mit einem Mittenabschnitt der Läufer verbunden ist; ein zylindrisches Gehäuse, das die entgegengesetzten Enden der Welle drehbar aufnimmt; und erste und zweite ringförmige Ständer, die jeweils trägerlose Ständerspulen aufweisen, um jeweils eine elektromagnetische Kraft auf die ersten und zweiten Läufer in einander entgegengesetzter Richtung auszuüben, wobei die ersten und zweiten Ständer mit einem vorbestimmten Abstand zwischen den ersten und zweiten Läufern montiert sind. Erfindungsgemäß werden also ein Paar scheibenförmiger Läufer symmetrisch nächst dem oberen und unteren Teil des scheibenförmigen Ständers angeordnet. Oder es werden die Läufer symmetrisch zwischen dem Ständerpaar montiert, so daß hierdurch die Axialschwingungen der Läufer vermieden werden. Der Motor erzeugt so ein hohes Drehmoment bei minimalem Energieverbrauch.

Uni die Leistungsabgabe des Motors zu vergrößern, enthält er die oben bestimmten Bauteile vorzugsweise nochmals in axialer Richtung.

In einer anderen Ausführungsform besitzt der kern- und bürstenlose Gleichstrommotor zwei Läufer und zwei Ständer; weiterhin erste und vierte ringförmige Läufer, die mit vorbestimmtem Abstand angeordnet sind und jeweils eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen; zweite und dritte ringförmige Läufer, die jeweils eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen, wobei die zweiten und dritten Läufer zwischen den ersten und vierten Läufern angeordnet sind; eine Welle, die über Laufbuchsen mit einem Mittenabschnitt der Läufer verbunden ist; linke und rechte Gehäuse, die die Welle drehbar aufnehmen; ein mittleres Gehäuse, das die linken und rechten Gehäuse verbindet; erste und zweite ringförmige Ständer, die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen aufweisen, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und zweiten Läufer auszuüben, wobei die ersten und zweiten Ständer auf entgegengesetzten Seiten einer gedruckten Leiterplatte befestigt sind, die vom linken und mittleren Gehäuse gehalten wird; und dritte und vierte ringförmige Ständer, die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen aufweisen, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den dritten und vierten Läufer auszuüben, wobei die dritten und vierten Ständer auf entgegengesetzten Seiten einer gedruckten Leiterplatte befestigt sind, die vom rechten und mittleren Gehäuse gehalten wird.

Ein bevorzugte Ausführungsform betrifft einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern, der weiterhin umfaßt: einen ringförmigen Läufer, der eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweist; eine Welle, die über eine Laufbuchse mit einem Mittenabschnitt des Läufers verbunden ist; ein zylindrisches Gehäuse, das die entgegengesetzten Enden der Welle aufnimmt und drehbar hält; und erste und zweite ringförmige Ständer, die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen aufweisen, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den Läufer auszuüben, wobei die ersten und zweiten Ständer an entgegengesetzten inneren Seiten des zylindrischen Gehäuses montiert sind.

Der Läufer enthält bevorzugt einen Träger, der aus nichtmagnetischem Material hergestellt ist, und in den die Magnete mit vorbestimmten Abständen eingesetzt werden.

Ein weitere Ausführungsform der Erfindung umfaßt ein kern- und bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer; erste und zweite ringförmige Läufer, die mit einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind und jeweils eine Anzahl Magnete mit einander abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen; eine Welle, die über eine Laufbuchse mit einem Mittenabschnitt der Läufer verbunden ist; obere und untere Gehäuse, die die Welle drehbar aufnehmen; und einen ringförmigen Ständer, der eine Anzahl Ständerspulen aufweist, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und den zweiten Läufer auszuüben, wobei der Ständer zwischen den ersten und zweiten Läufern montiert und mit Hilfe eines Formmaterials ringförmig ausgebildet ist, und ein äußerer Rand des Ständers zwischen dem oberen und unteren Gehäuse gehalten wird.

Der Ständer umfaßt bevorzugt eine Anzahl gewickelter Spulen, einen Ständerkörper zum Befestigen der gewickelten Spulen in ringförmiger Gestalt und zum Abdichten eines freiliegenden Abschnitts der gewickelten Spulen, und eine gedruckte Hilfsleiterplatte, die auf einer Seite des Körpers montiert ist, und zwar zum elektrischen Verbinden der Spulen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen bürstenlosen Gleichstrommotor, umfassend die Schritte: Bereitstellen einer Anzahl Ständerspulen durch Wickeln einer isolierten Spule auf Spulenträger mit Hilfe einer Wickelmaschine; elektrisches Verbinden der Ständerspulen mit einer gedruckten Leiterplatte, die in der Mitte ein Loch hat; und Formen des Ständers in ringförmige Gestalt mit einem Loch in der Mitte durch Ummanteln mit einer Formmasse, um einen freiliegenden Abschnitt der Ständerspulen abzudichten.

Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen bürstenlosen Gleichstrommotor bereitgestellt, umfassend die Schritte: Bereitstellen einer Anzahl gewickelter Spulen mit gleichen Abständen auf einer gedruckten Leiterplatte und Verbinden der Spulenanschlüsse; und Formen des Ständers in ringförmige Gestalt mit einem Loch in der Mitte durch Ummanteln mit einer Formmasse, um einen freiliegenden Abschnitt der Ständerspulen abzudichten.

Die gewickelten Spulen erhält man bevorzugt durch Wickeln einer isolierten Spule um einen Spulenträger mit Hilfe einer üblichen Wickelmaschine.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung enthält ein Ständer eines kern- und bürstenlosen Gleichstrommotors eine Anzahl gewickelter Spulen; einen ringförmigen Ständerkörper, der durch Füllen einer Formmasse zwischen die Spulen hergestellt wird; und eine gedruckte Leiterplatte, die auf einer Seite des Körpers befestigt ist und die Spulen verbindet.

Gemäß einem anderen Merkmal der Erfindung enthält der bürstenlose Gleichstrommotor mit zwei Läufern erste und zweite ringförmige Läufer, die mit einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind und jeweils eine Anzahl Magnete mit einander abwechselnden Nord- und Südpolen aufweisen; eine Welle, die über eine Laufbuchse mit einem Mittenabschnitt der Läufer verbunden ist; obere und untere Gehäuse, die die entgegengesetzten Enden der Welle drehbar aufnehmen; einen ringförmigen Ständer, der eine Anzahl mit Formmasse gehaltener Ständerspulen aufweist, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und den zweiten Läufer auszuüben, wobei der Ständer mit einem vorbestimmten Abstand zwischen den ersten und zweiten Läufern montiert ist; und eine gedruckte Regelungsleiterplatte zum Einspeisen eines Antriebsstroms in den Ständer, wobei die gedruckte Regelungsleiterplatte entweder auf dem oberen oder dem unteren Gehäuse montiert ist, und das obere und das untere Gehäuse, die gedruckte Regelungsleiterplatte und der erste und zweite Läufer eine Anzahl Belüftungslöcher aufweisen, um dem Motorinneren Außenluft zuzuführen.

Die Erfindung wird nun zur besseren Darstellung und um zu zeigen, wie sie ausgeführt werden kann, an Beispielen und mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei gleiche oder ähnliche Bauteile. Es zeigt:

Fig. 1 einen Schnitt in axialer Richtung durch einen herkömmlichen kernlosen BLDC-Motor;

Fig. 2 einen Schnitt in axialer Richtung durch einen erfindungsgemäßen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Läufern und zwei Ständern — erste Ausführungsform;

Fig. 3 eine Draufsicht des Läufers von Fig. 2;

5 Fig. 4A und 4B jeweils Draufsicht und Seitenansicht eines Läufers einer Abwandlung der ersten Ausführungsform;

Fig. 5 eine Teilexplosionsdarstellung, die ein Verfahren zum Zusammenbau des Motors nach Fig. 2 erläutert;

Fig. 6 eine Schnittansicht des kernlosen BLDC-Motors mit zwei Läufern und zwei Ständern — eine Abwandlung der ersten Ausführungsform;

10 Fig. 7 einen Schnitt in axialer Richtung durch einen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Ständern — zweite Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8 eine Schnittansicht eines kernlosen zweistufigen BLDC-Motors mit zwei Ständern — Abwandlung der zweiten Ausführungsform;

15 Fig. 9A und 9B eine Draufsicht einer Ständerbaugruppe mit Spulenträgern — dritte Ausführungsform — bzw. eine Schnittansicht entlang der Linie A-A in Fig. 9A;

Fig. 10 eine teilweise in axialer Richtung aufgeschnittene Ansicht eines einstufigen kernlosen BLDC-Motors mit zwei Läufern und einem Ständer, wobei eine Ständerbaugruppe gemäß der dritten Ausführungsform verwendet wird;

20 Fig. 11 eine Skizze, die die Ausrichtung der in Fig. 10 abgebildeten Ständerspulen und der Läufermagneten darstellt;

Fig. 12 eine teilweise in axialer Richtung aufgeschnittene Ansicht eines zweistufigen kernlosen BLDC-Motors mit zwei Läufern und einem Ständer — Abwandlung der dritten Ausführungsform;

Fig. 13A und 13B eine Draufsicht und eine rückwärtige Ansicht einer Ständerbaugruppe — vierte Ausführungsform;

25 Fig. 14 eine teilweise in axialer Richtung aufgeschnittene Ansicht eines einstufigen kernlosen BLDC-Motors mit zwei Läufern und einem Ständer, in dem eine Ständerbaugruppe gemäß der vierten Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 15 eine teilweise in axialer Richtung aufgeschnittene Ansicht eines zweistufigen kernlosen BLDC-Motors mit zwei Läufern und einem Ständer gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung;

30 Fig. 16 eine Teilschnittansicht eines abgewandelten Beispiels für das Motorgehäuse;

Fig. 17A und 17B Kurven, die jeweils das Ausmaß der Schwingungen eines herkömmlichen BLDC-Motors mit einem Läufer und eines erfindungsgemäßen BLDC-Motors mit zwei Läufern und zwei Ständern darstellen;

Fig. 18 eine teilweise in axialer Richtung aufgeschnittene Ansicht eines BLDC-Motors mit zwei Läufern und einer Luftkühlung — fünfte Ausführungsform;

35 Fig. 19 eine Draufsichtsskizze einer Anordnung aus einem Magneten und einem Magnetjoch, das mit Streulöchern für den magnetischen Fluß versehen ist;

Fig. 20 eine Kurve der Temperatur eines Kondensators und eines Transistors in Abhängigkeit von der Betriebsdauer, wenn ein geschlossener Antriebsmotor verwendet wird; und

40 Fig. 21 eine Kurve der Temperatur eines Kondensators und eines Transistors in Abhängigkeit von der Betriebsdauer, wenn ein luftgekühlter Motor gemäß der fünften Ausführungsform verwendet wird.

Es werden nun die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

45 Dabei bezeichnet der Begriff "Motor" in der Beschreibung der Erfindung einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor (BLDC). Natürlich ist die Erfindung nicht nur auf den kernlosen BLDC-Motor anwendbar, sondern auch auf andere Motoren.

Es wird nun Bezug auf Fig. 2 genommen. Sie zeigt einen BLDC-Motor gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform. Der Motor enthält erste und zweite Ständer 27 und 29, die auf beiden Seiten einer gedruckten Leiterplatte 21 bereitgestellt sind. Die Leiterplatte wird zwischen den linken und rechten Gehäusen 20A und 20B gehalten. Die beiden Ständer 27 und 29 weisen jeweils eine Anzahl trägerlose Ständerspulen 25 und 26 auf. Der Motor enthält weiterhin erste und zweite Läufer 33 und 35, die auf der linken Seite des ersten Ständers 27 und auf der rechten Seite des zweiten Ständers 29 bereitgestellt sind.

Der erste und der zweite Läufer 33 und 35 sind jeweils ringförmig aufgebaut, siehe Fig. 3, und umfassen ein Joch 27 und einen Feldmagneten 5 mit den Nord- und Südpolen 5A und 5B, der abwechselnd magnetisiert ist.

55 Der erste und der zweite Ständer 27 und 29 sind beide gleich aufgebaut. Wird beispielsweise eine dreiphasige Antriebsweise verwendet, so enthält der erste Ständer 27 drei Ständerspulen 25, die fächerförmig und trägerlos auf der linken Seite der gedruckten Leiterplatte 21 gewickelt sind und miteinander eine Y-förmige Anordnung bilden. Wird eine zweiphasige Antriebsweise verwendet, so enthält der erste Ständer zwei Ständerspulen 25, die hintereinander geschaltet sind. Zusätzlich enthält der zweite Ständer 29 die Ständerspulen 26, die auf der rechten Seite der gedruckten Leiterplatte 21 montiert sind, und zwar genau so wie die Ständerspulen 25.

60 Bei der dreiphasigen Antriebsweise sind die drei Ständerspulen 25 in sechs Spulen unterteilt. Bei der zweiphasigen Antriebsweise sind die zwei Ständerspulen 25 in acht Spulen unterteilt.

Dabei sind die Wickelrichtung und die Fließrichtung des elektrischen Stroms in den ersten und zweiten Ständerspulen 25 und 26 so festgelegt, daß die Richtung der magnetischen Kraft der ersten Ständerspulen 25 entgegen der Richtung der magnetischen Kraft der zweiten Ständerspulen 26 verläuft, falls die entsprechenden Magnete in den ersten und zweiten Läufern 33 und 35 die gleiche Polung aufweisen. Dabei beachte man, daß 65 die Spulen 25 und 26 Spulenlöcher angeordnet sind, um eine gegenseitige Beeinflussung der magnetischen Kreise zu vermeiden. Haben dagegen die Magnete der ersten und zweiten Läufer 33 und 35, die einander gegenüberliegend angeordnet sind, voneinander verschiedene Polungen,

so sind die ersten und zweiten Spulen 25 und 26 so montiert, daß die Wickelrichtung und die Fließrichtung des elektrischen Stroms magnetische Kräfte bewirkt, die die gleichen Richtungen haben wie die magnetischen Flüsse. Die Mittenabschnitte der linken und rechten Gehäuse 20A und 20B sind über entsprechende linke und rechte Lager 39 und 41 drehbar mit der Welle 31 der Läufer 33 und 35 verbunden. Zwischen einer Laubuchse 23 und den Lagern 39 und 41 sind e-in Paar E-Ringe 43A und 43B angeordnet, um die Laubuchse 23 zu fixieren. An einer Seite der gedruckten Leiterplatte 21 ist ein Stecker 44 angebracht, über den die Ständerspulen 25 und 26 mit Antriebsstrom versorgt werden.

Zusätzlich hat im erfindungsgemäßen Motor jeder Läufer 33 und 35 eine Magnetanordnung, die ringförmig und mit einem mehrfach polarisierten Magnet aufgebaut sein kann, siehe Fig. 3. Die Magnetanordnung kann auch so aufgebaut sein, daß sie ringförmig ist und aus einer Anzahl getrennter Magnete besteht, die mehrfach polarisiert sind, siehe Fig. 4A und 4B.

Die getrennte Magnetanordnung nach Fig. 4A und 4B und weist vier getrennte Magnete 45A, 45B, 45C und 45D auf, die auf der in Fig. 4A dargestellten Seite des Läufers Nordpole haben, und vier getrennte Magnete 45E, 45F, 45G und 45H, die auf dieser Seite Südpole haben. Die acht Magnete sind alle in einen Träger 47 aus nichtmagnetischem Material eingesetzt.

Eine derartige getrennte Magnetanordnung hat den Vorteil geringerer Herstellungskosten, da ein Abschnitt, der die Arbeit des Läufers nicht beeinflußt, aus nichtmagnetischem Material besteht.

Es wird nun Bezug auf Fig. 5 genommen. Sie zeigt eine teilweise aufgeschnittene Ansicht und dient zum Erklären des Zusammenbaus eines Motors gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung.

Zum Zusammenbauen des Motors wird zuerst die Welle 31, auf der der E-Ring 43A und die Laubuchse 23 zur Aufnahme des ersten Läufers 33 montiert sind, mit dem linken Gehäuse 20A verbunden. Das linke Gehäuse 20A ist in seinem mittigen konkaven Abschnitt mit dem linken Lager 39 versehen. Anschließend wird die gedruckte Leiterplatte 21 eingebaut, auf der die ersten und zweiten Ständer 27 und 29 montiert sind.

Nun wird die Laubuchse, auf der der zweite Läufer 35 befestigt ist, auf die Welle 31 geschoben und mit dem E-Ring 43B befestigt. Abschließend wird das rechte Gehäuse 20B eingebaut, auf dem das rechte Lager 41 befestigt ist, und an der gedruckten Leiterplatte 21 befestigt.

Die Arbeitsweise und Wirkung des oben beschriebenen kernlosen BLDC-Motors gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung wird im folgenden beschrieben.

Die ersten und zweiten Ständer 27 und 29 zum Antreiben der ersten bzw. zweiten Läufer 33 und 35 sind symmetrisch zwischen den ersten und zweiten Läufers 33 und 35 angeordnet, siehe Fig. 2. Die Wickelrichtung und die elektrische Stromflußrichtung der entsprechenden Spulen 25 und 26 der ersten und zweiten Ständer 27 und 29 sind so gewählt, daß ihre magnetischen Flußrichtungen gleich oder entgegengesetzt sein können.

Werden daher die elektromagnetischen Kräfte, die die Ständerspulen 25 und 26 ausbilden, in gleicher Richtung oder einander entgegengesetzt eingestellt, und werden Magnete mit gleicher oder entgegengesetzter Polarität zwischen den ersten und zweiten Läufers 33 und 35 angeordnet, so wirken die gleichen abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen den entsprechenden Ständerspulen 25 und 26.

Die abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen dem ersten Ständer 27 und dem ersten Läufer 33 und die abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen dem zweiten Ständer 29 und dem zweiten Läufer 35 gleichen sich dabei aus, da sie einander entgegengerichtet wirken. Dadurch können die Axialschwingungen der sich drehenden Läufer so klein wie möglich gemacht werden.

Da die oben beschriebene Anordnung mit zwei Ständern und zwei Läufers die Feldmagnete und die Ständerspulen jeweils doppelt aufweist, werden die Spulenströme und die magnetische Flußdichte doppelt so groß wie in der Anordnung mit einem Ständer. Dadurch steigt das Antriebsdrehmoment und die Leistungsabgabe des Motors gegenüber einem Motor mit einem Ständer auf den zweifachen Wert.

Zudem nehmen beim herkömmlichen Motor die Axialschwingungen proportional zur wachsenden Leistungsabgabe zu, wenn die Leistungsabgabe des Motors anwächst. Dagegen nehmen beim erfindungsgemäßen Motor die Schwingungen ab, wenn die Leistungsabgabe des Motors anwächst.

Es wird nun Bezug auf Fig. 6 genommen. Sie zeigt eine Schnittansicht eines zweistufigen BLDC-Motors mit zwei Ständern und zwei Läufers gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Wie die Zeichnung zeigt, ist ein zweistufiger BLDC-Motor dargestellt. An den entgegengesetzten Enden der Laubuchse 23 sind die E-Ringe 43A und 43B eingesetzt. An den entgegengesetzten Enden der Laubuchse 23A sind entsprechend die E-Ringe 43C und 43D eingesetzt. Zwischen dem linken Gehäuse 20A und dem rechten Gehäuse 20B ist zudem ein mittleres Gehäuse 20C bereitgestellt.

Da die Arbeitsweise dieses zweistufigen BLDC-Motors mit zwei Ständern und zwei Läufers dem einfachen BLDC-Motor nach Fig. 2 gleicht, wird sie hier nicht nochmals beschrieben.

Fig. 7 zeigt einen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Ständern gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Der kernlose BLDC-Motor gemäß dieser zweiten Ausführungsform enthält einen Läufer 123, bei dem eine Anzahl Magnete 45A bis 45H in einen Träger 47 eingesetzt sind. Über und unter dem Läufer sind obere und untere Ständer 127 und 129 angeordnet, auf denen trägerlose Ständerspulen 125 bzw. 126 montiert sind.

Der Läufer 123 ist über eine Laubuchse 131 fest mit der Welle 133 verbunden. Er weist vier Magnete 45A bis 45D mit Nordpolen auf der dargestellten Läuferseite und vier Magnete 45E bis 45H mit Südpolen auf der dargestellten Läuferseite auf, siehe Fig. 4A und 4B, die alle in den Träger 47 aus nichtmagnetischem Material eingesetzt sind.

Der Läufer 123 kann auch eine mehrpolige Magnetanordnung in einem Stück nach Fig. 3 aufweisen.

Der obere Ständer 127 und der untere Ständer 129 sind jeweils gleich aufgebaut. Wird beispielsweise eine dreiphasige Antriebsweise verwendet, so enthält der obere Ständer 127 drei Ständerspulen 125, die um eine obere gedruckte Leiterplatte 135 gewickelt und miteinander Y-förmig verbunden sind. Wird eine zweiphasige

Antriebsweise verwendet, so enthält der obere Ständer 127 zwei Ständerspulen 125, die hintereinander geschaltet sind.

Die gedruckte Leiterplatte 135, auf die die obere Ständerspule 125 gewickelt ist, ist an einem konkaven Abschnitt 139 befestigt, der an der Innenseite des oberen Gehäuses 137 ausgebildet ist. Die gedruckte Leiterplatte 141 ist an einem konkaven Abschnitt 145 befestigt. Die mittleren Abschnitte der oberen und unteren Gehäuse 137 und 143 sind über obere und untere Lager 147 und 149 drehbar mit der Welle 133 des Läufers 123 verbunden. Zusätzlich ist zwischen dem unteren Lager 149 und dem unteren Gehäuse 143 eine Blattfeder 151 bereitgestellt, um die Läuferschwingungen in senkrechter Richtung zu dämpfen.

Die Arbeitsweise und Wirkung des oben beschriebenen kernlosen BLDC-Motors gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird im folgenden beschrieben.

In dieser Ausführungsform sind die oberen und unteren Ständer 127 und 129, die den Läufer 123 in Drehung versetzen, zueinander symmetrisch. Die entsprechenden oberen und unteren Ständerspulen 125 und 126, die einander gegenüberliegen, weisen Wickelrichtungen und Stromflußrichtungen in einer Weise auf, die bewirkt, daß ihre magnetischen Flußrichtungen einander entgegengerichtet sind.

Da die magnetischen Kräfte der oberen und unteren Ständerspulen 125 und 126 einander entgegengerichtet sind, wirken die gleichen abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen den oberen und unteren Ständerspulen 125 und 126.

Da die abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen dem Läufer 123 und den oberen und unteren Ständern 127 und 129 in einander entgegengesetzten Richtungen wirken, gleichen sich diese Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte aus, wodurch die Axialschwingungen so gering wie möglich werden.

Wie in der ersten Ausführungsform hat die oben beschriebene Anordnung mit zwei Ständern gemäß der zweiten Ausführungsform eine Ständerspule, die doppelt vorhanden ist. Der durch die Spule fließende Strom und die magnetische Flußdichte werden doppelt so groß wie in der Anordnung mit einem Ständer, wodurch sich das Antriebsdrehmoment und die Leistungsabgabe des Motors verdoppeln.

Fig. 8 zeigt einen zweistufigen BLDC-Motor gemäß der zweiten Ausführungsform. Der zweistufige BLDC-Motor gemäß der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich vom einstufigen BLDC-Motor dadurch, daß er entlang der Achsrichtung zweistufig aufgebaut ist und E-Ringe 153 und 153A aufweist, die oben und unten an den Laubbuchsen 131 und 131A angeordnet sind.

Da der zweistufige BLDC-Motor genau so arbeitet wie der einstufige BLDC-Motor, wird die Beschreibung nicht wiederholt. Die zweistufige Anordnung liefert einen Motor mit größerem Drehmoment, wogegen die Schwingungen in axialer Richtung kleiner werden.

Fig. 9A und 9B zeigen eine Ständerbaugruppe mit Spulenträgern gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Die Ständerbaugruppe 51 mit Spulenträgern umfaßt sechs Spulenträger 53, auf die Spulen 55 gewickelt sind. Diese Spulen 55 mit Spulenträgern werden durch Ummanteln mit einem isolierenden Kunstharzmaterial ringförmig hergestellt. Die Spulen 55 sind über eine gedruckte Hilfsleiterplatte 57 miteinander verbunden.

Der Mittenabschnitt der gedruckten Hilfsleiterplatte 57 und der Ständerkörper 59 weisen jeweils ein Durchgangsloch 61 auf. Auf einer Seite des Ständerkörpers 59 ist ein oberer Anschluß 63A zum Verbinden der Ständerbaugruppe mit einer gedruckten Regelungsleiterplatte 87 (siehe Fig. 10) ausgebildet. Weiterhin ist ein unterer Anschluß 63B vorhanden, um die Ständerbaugruppe mit einer weiteren Ständerbaugruppe zu verbinden, wenn eine mehrstufige Anordnung verwendet wird.

Die oben beschriebene Ständerbaugruppe umfaßt, falls eine dreiphasige Antriebsweise verwendet wird, drei Ständerspulen 55, die in fächerförmiger Weise auf die Spulenträger 53 mit je einem Loch 65 gewickelt und über die gedruckte Leiterplatte 57 Y-förmig verbunden sind. Wird eine zweiphasige Antriebsweise verwendet, so umfaßt die Ständerbaugruppe zwei Ständerspulen 55, die in Reihe geschaltet sind.

Da in dieser Ausführungsform nicht jede der Spulen 55 mit Spulenträger von einer eigenen Wickelmaschine gewickelt wird und man ein Kunststoffspulenträger 53 verwendet, kann eine Einfach- oder Mehrfach-Axialwickelmaschine, die leicht zu automatisieren ist, zum Wickeln der Spulen 55 mit Spulenträger verwendet werden. Dadurch sinken die Herstellungskosten, da die Ausgaben für die Fertigungseinrichtungen geringer ausfallen.

Zudem können die Spulen 55 auf den Spulenträgern aus normalem isoliertem Kupferdraht hergestellt werden, der um 20 bis 50-% billiger ist als der Bonddraht, der für die trägerlosen Spulen verwendet wird, wodurch die Spulenkosten sinken.

Da die freiliegenden Abschnitte einer jeden Spule 55 mit Spulenträger durch das Kunstharzisoliermaterial abgedichtet werden, verbessern sich die Isolation zwischen den Spulen 55 und die Feuchtebeständigkeit.

Da die Ständerbaugruppe ringförmig ausgebildet und so aufgebaut ist, daß die Spule 55 um den Spulenträger gewickelt ist, kann zusätzlich die mechanische Festigkeit verglichen mit herkömmlichen Ständerbaugruppen verbessert werden, die so entworfen sind, daß jede Spule auf beiden Seiten der gedruckten Leiterplatte mit einem Kleber befestigt ist.

Wird die obige Ständerbaugruppe in einer mehrstufigen Anordnung verwendet, so ist sie elektrisch leicht anzuschließen, und zwar über die oberen und unteren Anschlüsse 63A und 63B an die gedruckte Regelungsleiterplatte 87 bzw. eine benachbarte Ständerbaugruppe. Damit ist der Entwurf eines Motors mit großer Leistungsabgabe einfach, und die Produktivität beim Zusammenbau ist hoch.

Fig. 10 zeigt einen einstufigen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Läufern und einem Ständer, bei dem eine Ständerbaugruppe gemäß der dritten Ausführungsform verwendet wird. Fig. 11 zeigt eine Anordnung von Ständerspulen und Läufermagneten, die beide in Fig. 10 dargestellt sind.

In dieser Ausführungsform umfaßt der BLDC-Motor eine gedruckte Regelungsleiterplatte 87, die im Inneren des Motors angebracht ist, und die Ständerspule 55, die um einen Spulenträger 53 gewickelt und ringförmig ausgebildet ist.



Zusätzlich umfaßt der Motor untere und obere Gehäuse 71A und 71B, die ein zylindrisches Gehäuse bestimmen, wobei die Ständerbaugruppe 51 einen äußeren Rand 67 aufweist, der sich nach oben und unten erstreckt und zwischen den oberen und unteren Gehäusen 71A und 71B eingebaut ist.

Obere und untere Läufer 73A und 73B, die jeweils eine mehrpolige Anordnung mit mehreren Magneten aufweisen, sind über und unter der Ständerbaugruppe 51 über Laufbuchsen 75A und 75B fest mit der Welle 77 verbunden. 5

Die Läufer 73A und 73B enthalten jeweils acht Magnete 81A und 81B. D. h., daß vier scheibenförmige Magnete mit einem Nordpol und vier scheibenförmige Magnete mit einem Südpol auf der gleichen Seite abwechselnd in einem Träger 79 aufgenommen sind, der in einem Stück mit den Laufbuchsen 75A und 75B ausgebildet ist. Der Träger 79 ist aus Polyethylenterephthalat oder Polybutylen-terephthalat hergestellt, und an seiner einen Seite sind ringförmige Magnetlöcher 83A und 83B in den Träger integriert, die bezüglich der acht Magnete 81 einen magnetischen Kreis bilden. 10

Die Anordnung der Magnete 81A und 81B und der Spulen 55 in der Ständerbaugruppe 51 sind in Fig. 11 dargestellt. Die schräg schraffierten ringförmigen Magnete 81A und 81B sind den Durchgangslöchern 65 in den Spulen 55 gegenüberliegend angeordnet. Ein Hilfsmagnet 85 zum Erkennen des Orts des Hallelements ist an der oberen Fläche des Jochs 83A am oberen Läufer 73A befestigt. Der Hilfsmagnet 85 ist gegenüber dem Hallelement 89 auf der gedruckten Leiterplatte 87 angeordnet, die am Innenrand des oberen Gehäuses 71A montiert ist. Auf einer Seite der gedruckten Regelungsleiterplatte 87 ist ein weiblicher Stecker 91 montiert, mit dem der obere Anschluß 63A der Ständerbaugruppe 51 verbunden wird. 15

In den konkaven Abschnitten in der Mitte der oberen und unteren Gehäuse 71A und 71B sind obere und untere Lager 93A und 93B befestigt. Die Welle 77 der Läufer 73A und 73B ist in den Lagern 93A und 93B drehbar aufgenommen. 20

Die Bezugszeichen 95 und 97 bezeichnen eine Laufbuchse, die einen erforderlichen Abstand aufrecht erhält, und eine Schraube zum Befestigen der oberen und unteren Gehäuse 71A und 71B.

Der BLDC-Motor gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung bildet ein Magnetfeld in vorbestimmter Richtung aus, wenn aus der gedruckten Leiterplatte 87 über den oberen Anschluß 63A ein Strom in die Ständerspule 55 eingespeist wird. Haben die Magnete 81A und 81B, die zum oberen bzw. unteren Läufer 73A bzw. 73B gehören, zueinander entgegengesetzte Polarität, so wirken die gleichen abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 zwischen den Magneten 81A und 81B der oberen und unteren Läufer 73A und 73B und der oberen und unteren Seite der Ständerspule 55. 25

Die abstoßenden oder anziehenden Kräfte F1 bzw. F2 gleichen sich aus, da sie in entgegengesetzten Richtungen wirken. Dadurch können die Axialschwingungen so klein wie möglich gemacht werden, wenn sich die Läufer 73A und 73B drehen. 30

Der Motor gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung hat die gleiche Leistungsabgabe wie der Motor gemäß der zweiten Ausführungsform. 35

Da der Motor gemäß der dritten Ausführungsform so aufgebaut ist, daß der Ständer aus einem einzigen Körper besteht und die Spule mit Hilfe eines Spulenträgers zusammengebaut wird, kann die Produktivität erhöht werden, und die Herstellungskosten sinken. Da sich zudem die mechanische Festigkeit des Motors erhöht, verlängert sich seine Lebensdauer.

Da die gedruckte Regelungsleiterplatte 87 innen im Motorgehäuse montiert ist, kann der Motor kompakt aufgebaut und für verschiedene Anwendungen eingesetzt werden. 40

Fig. 12 zeigt einen zweistufigen BLDC-Motor gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Der BLDC-Motor enthält zwei Ständerbaugruppen 51A und 51B. Jede Ständerbaugruppe 51A und 51B ist oben und unten von den doppelten Läufern 73A, 73B bzw. 73C, 73D umgeben.

Da der zweistufige BLDC-Motor genauso arbeitet wie der einstufige BLDC-Motor, wird die Beschreibung nicht wiederholt. 45

In der Anordnung gemäß der dritten Ausführungsform nimmt die Leistungsabgabe des Motors zu, da die beiden Stufen über die oberen und unteren Anschlüsse 63A und 63B verbunden werden und die Laufbuchsen 75A bis 75D den Abstand zwischen den Stufen automatisch einstellen. Die Anordnung wird dadurch kompakt, das Gesamtgewicht sinkt und die Produktivität steigt. 50

Fig. 13A und 13B zeigen eine Ständerbaugruppe gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung.

In dieser Ausführungsform werden anstelle der Spulen mit Spulenträger, die in der dritten Ausführungsform beschrieben wurden, trägerlose Spulen 255 verwendet. Die trägerlosen Spulen 255 werden durch Ummanteln in einem Stück mit der Ständerbaugruppe 251 hergestellt.

Dazu werden mit Hilfe einer Einbaulehre sechs trägerlose Spulen 255 auf einem runden Kurzschlußring 257A befestigt, der aus leitendem Material hergestellt ist, um die Massenanschlüsse der trägerlosen Spulen 255 miteinander und mit einer kreisförmigen gedruckten Hilfsleiterplatte 157B zu verbinden. 55

Anschließend wird die Spulenbaugruppe mit einem ringförmigen Ständerträger 259A durch Ummanteln auf dem Ständerkörper 259B befestigt. Damit ist der Zusammenbau der Ständerbaugruppe 251 abgeschlossen.

Der Ständerträger 259A ist mit oberen Anschlüssen 263A und unteren Anschlüssen 263B versehen, die mit den oberen Anschlüssen verbunden sind. Der Ständerträger 259A weist zudem eine Anzahl Löcher 297A auf, an denen er mit dem Motorgehäuse verschraubt wird. 60

Der Ständerträger 259A ist zudem mit einer Keilnut 253A und einer vorstehenden Feder 253B versehen, die ihn automatisch ausrichten, wenn er mit einem Motorgehäuse oder dem Ständer einer weiteren Stufe zusammengebaut wird. 65

Wird die Ständerbaugruppe unter Verwendung der trägerlosen Spule wie oben beschrieben zusammengebaut, so ergibt ein Vergleich mit der Ständerbaugruppe gemäß der dritten Ausführungsform eine Zunahme des verbindenden Magnetflusses im Luftspalt, da die Wickelbreite der Spule um die Dicke des Spulenträgers

verkleinert werden kann.

Wird beispielsweise die Dicke um zweimal 0,5 mm verringert, so verkleinert sich der Luftspalt um 1 mm. Damit können, auch wenn der Luftspalt nur einen Parameter der Gesamtabmessungen darstellt, die Leistungsabgabe und der Wirkungsgrad um bis zu 4% gesteigert werden.

Fig. 14 zeigt einen einstufigen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Läufern und einem Ständer, in dem die Ständerbaugruppe gemäß der vierten Ausführungsform verwendet wird. Fig. 15 zeigt einen zweistufigen kernlosen BLDC-Motor mit zwei Läufern und einem Ständer gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung.

Da diese Ausführungsform genauso arbeitet wie die erste, zweite und dritte Ausführungsform, wird eine Beschreibung hier nicht wiederholt.

Der in Fig. 16 dargestellte Motor enthält ein Gehäuse, das aus Kunstharz hergestellt ist, damit der Motor leichter wird.

Das obere Gehäuse 71A kann genauso wie der Ständerträger aus Kunstharzmaterial hergestellt werden.

Das obere Gehäuse ist in dieser Ausführungsform auf einer Seite zusätzlich mit einem Loch versehen, um die Wärme abzuführen, die ein IC- oder Transistormodul erzeugt, das auf der Oberseite der gedruckten Leiterplatte 87 montiert ist. Auf der Außenseite des oberen Gehäuses 71A ist mit einer Anzahl Schrauben 97 eine kreisförmige Platte 103 befestigt, die das Leistungs-IC 99 an ihrer Unterseite berührt und als Wärmesenke dient.

Hat der oben beschriebene Motor die gleiche Leistungsabgabe wie ein herkömmlicher kernloser BLDC-Motor, so kann der beschriebene Motor um 50% kleiner gebaut werden, und das Gewicht kann um 1/3 gesenkt werden, wie im folgenden beschrieben wird.

Tabelle 1

	Leistungs- abgabe (W)	Größe (Durch- messer x Länge in mm)	Gewicht (kg)	Bemerkung
BLDC-Motor mit Kern	30	92 x 60	1,4	Mit Regel- schaltung im Inneren
erfindungs- gemäßer Motor	30	92 x 35	0,5	Mit Regel- schaltung im Inneren

In der dritten und vierten Ausführungsform ist der Läufer so aufgebaut, daß er eine integrierte magnetische Mehrpolanordnung nach Fig. 3 aufweist. Die Anzahl der trägerlosen Ständerspulen, die auf der gedruckten Ständerleiterplatte montiert sind, kann gemäß den Antriebsweisen des Motors verändert werden. Zusätzlich ist die Leistungsabgabe des Motors leicht dadurch zu erhöhen, daß mehrere Stufen verwendet werden.

Die Keilnut und die Feder sind in der ersten bis dritten Ausführungsform ebenso verwendbar, und das Zusammenbauverfahren der vierten Ausführungsform kann für die dritte Ausführungsform verwendet werden.

#### Beispiel

Es wurden nun die elektrischen Eigenschaften (bei 24 V Gleichspannung) und das Schwingungsverhalten des herkömmlichen Motors nach Fig. 1 und des erfindungsgemäßen Motors gemessen. Die hierzu verwendeten Vorrichtungen werden im folgenden beschrieben.

#### Verwendete Meßvorrichtungen

A. Schwingungsaufnehmer und Verstärker: KEYENCE GA-245

B. Speicheroszilloskop: TEKTRONICS TDS 320

C. Gleichstromversorgung: HANIL ELECTRONIC CO 303 B

D. Nutzbares Drehmoment: 2,1 kgf·cm

E. Strom- und Spannungsmesser: YOKOGAWA



Tabelle 2

## Elektrische Eigenschaften

	erfindungsge- mäßiger Motor	herkömmlicher Motor (Fig. 1)
Leerlaufstrom	400 mA	75 mA
Strom unter Last	700 mA	1,1 A
Leerlaufdrehzahl	1230 U/min	1651 U/min
Drehzahl unter Last	930 U/min	850 U/min

Tabelle 2 ist zu entnehmen, daß der erfindungsgemäße Motor unter Last einen kleineren Laststrom aufweist als der herkömmliche Motor. Dies bedeutet, daß der Energieverbrauch des erfindungsgemäßen Motors verglichen mit dem herkömmlichen Motor deutlich geringer ist.

Fig. 17B zeigt, daß die Schwingungen beim erfindungsgemäßen Motor nur halb so groß sind wie beim herkömmlichen Motor, dessen Schwingungen in Fig. 17A dargestellt sind.

Bei den oben beschriebenen Motoren gemäß der ersten bis vierten Ausführungsform werden geschlossene Gehäuse verwendet. In der fünften Ausführungsform ist eine Luftkühlungsanordnung beschrieben, die die Schwierigkeit bei der Wärmeabfuhr beseitigt, die durch das geschlossene Gehäuse entsteht.

Fig. 18 zeigt einen BLDC-Motor mit zwei Läufern gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung, in der der Motor eine Luftkühlungsanordnung aufweist. Fig. 19 zeigt die Ausrichtung der Magnete und Magnetlöcher, die alle mit magnetischen Streulöchern versehen sind.

Der Motor gemäß der fünften Ausführungsform arbeitet genauso wie der Motor der vierten Ausführungsform. Daher werden in Fig. 18 die gleichen Bezugszeichen verwendet, um Teile zu bezeichnen, die den Teilen in Fig. 14, die die vierte Ausführungsform darstellt, gleichen oder ähnlich sind.

Es wird nun Bezug auf Fig. 18 genommen. Die Bezugszeichen bedeuten: 51 einen Ständer, 55 eine Spule, 57 eine gedruckte Hilfsleiterplatte, 59 einen Ständerkörper, 61 ein Loch, 63 einen Verbindungsanschluß, 65 ein Loch, 67 den Außenrand des Ständers, 71A das obere Gehäuse, 71B das untere Gehäuse, 73A den oberen Läufer, 73B den unteren Läufer, 77 die Welle, 79 den Träger, 87 die gedruckte Regelungsleiterplatte, 89 das Hallelement, 91 einen Verbindungsanschluß und 97 eine Schraube. Zusätzlich bezeichnen die Bezugszeichen 75A und 75B Laufbuchsen, 81A und 81B Magnete, 83A und 83B Magnetlöcher und 93A und 93B obere und untere Lager.

In der fünften Ausführungsform sind eine Anzahl Belüftungslöcher 311, 313 und 315 in den oberen und unteren Gehäusen 71A und 71B und in der gedruckten Regelungsleiterplatte 87 bereitgestellt. Zusätzliche Belüftungslöcher 317A und 317B, die den Belüftungslöchern 311, 313 und 315 entsprechen, befinden sich in den Magnetlöchern 83A und 83B der oberen und unteren Läufer 73A und 73B und im Träger 79.

Der Hilfsmagnet zum Erfassen des Orts des Hallelements wird wegen der Anordnung der Belüftungslöcher 317A und 317B weggelassen, und das Hallelement 89 ist an einer anderen Stelle montiert. Zusätzlich ist in dem Magnetjoch 83A, das dem Hallelement 89 gegenüberliegt, ein magnetisches Streuloch 319 ausgebildet, siehe Fig. 19, wodurch das Hallelement 89 einen magnetischen Streufluß erfassen kann.

Die Belüftungslöcher 311, 313, 315, 317A und 317B sind entlang des Umfangs mit gleichem vorbestimmtem Abstand ausgebildet. Um die Wärmeabfuhrwirkung zu erhöhen, sind die Belüftungslöcher 317A und 317B gegen die Innenseite bzw. die Drehrichtung geneigt ausgeführt.

Zusätzlich sind am Außenrand 67 des Ständers eine Anzahl Belüftungslöcher 321A und 321B ausgebildet, um Luft auszublauen, die über die Belüftungslöcher 311, 313, 315, 317A und 317B in den Motor geströmt ist.

Der Ablauf der Luftkühlung bei einem Motor mit der oben beschriebenen Luftkühlungsanordnung wird im folgenden erklärt.

Wird an die gedruckte Regelungsleiterplatte 87 ein Motorsteuersignal übertragen, so liefern eine integrierte Regelschaltung und ein Ausgangstransistor 323 über die Verbindungsanschlüsse 91 und 63A ein Ständeransteuersignal an die Ständerspule 55.

Dadurch beginnen sich der obere und untere Läufer 73A und 73B zu drehen. Luft, die durch das Belüftungslöcher 311 im oberen Gehäuse 71A eintritt, strömt durch das Belüftungslöcher 315 der gedruckten Regelungsleiterplatte 87 und das Belüftungslöcher 317A des oberen Läufers. Die Luft strömt dann durch einen Spalt zwischen der Spule 55 und dem Magneten 81A und wird über das Belüftungslöcher 321A ausgeblasen.

Zusätzlich strömt Luft, die durch das Belüftungslöcher 313 im unteren Gehäuse eintritt, wenn sich die Läufer 73A und 73B drehen, durch das Belüftungslöcher 317B des unteren Läufers 73B. Sie wird dann über einen Spalt zwischen der Spule 55 und dem Magneten 81B durch das Belüftungslöcher 321B ausgestoßen, das im Außenrand des Ständers ausgebildet ist.

In dieser Ausführungsform können die Herstellungskosten gesenkt werden, da der Hilfsmagnet zum Erkennen der Stellung der Läufer 73A und 73B nicht verwendet wird, und das Hallelement 89 magnetischen Streufluß

des Magneten 81A erfaßt.

Die Verteilungsunterschiede des Magnetfelds, die abhängig von einem Durchmesser D1 des Magnetjochs 83A entstehen, können vergrößert werden. Ein geeigneter Durchmesser D1 sollte daher gemäß der folgenden Formel

$$D1 = (D2 - D3) - 9$$

bestimmt werden, wobei D2 den Durchmesser der gedruckten Leiterplatte des Magneten bezeichnet und D3 einen inneren Durchmesser des Magneten.

In Tabelle 3 sind die Temperaturen T1, T2 und T3 der Ständerspule, des Kondensators und des Transistors in Abhängigkeit von Spannung, Strom und Umdrehungszahl dargestellt, wenn die oben beschriebene Luftkühlungsanordnung verwendet wird. Zudem werden die Temperaturen T1, T2 und T3 auch dann auf höchstens 61,8°C, 67,9°C und 66,9°C gehalten, wenn der Motor 5 Stunden fortgesetzt betrieben wird, siehe Fig. 21.

Tabelle 3

Temperatur T in °C

Spannung (V)	Strom (mA)	U/min	Spule (T1)	Konden- sator (T2)	Trans- sistor (T3)	Zeit (min)
43	850	1380	29	28	28	0
43	900	1380	42	43	51	10
43	900	1376	51,5	49,4	58,3	20
43	900	1385	55,9	52,8	61,9	30
43	900	1383	57,7	54,3	63,6	40
43	910	1390	59,3	55,0	64,7	50
43	900	1380	60,3	56	65,5	60
43	900	1385	60,8	56,6	66,0	100
43	900	1384	60,9	57,0	66,2	120
43	900	1385	60,8	57,3	66,3	140
43	910	1390	61,4	57,9	66,9	160
43	900	1380	60,6	56,6	66,9	180
43	910	1385	61,1	56,4	66,9	210
43	910	1387	61,8	56,7	66,3	230
43	910	1392	61,2	56,6	66,7	250
43	910	1386	61,1	56,8	66,3	370

In Tabelle 4 unten sind die Temperaturen T1A, T2A und T3A der Ständerspule, des Kondensators und des Transistors in Abhängigkeit von Spannung, Strom und Umdrehungszahl bei einem geschlossenen Motor dargestellt. Fig. 20 zeigt, daß bei fortgesetztem dreißigminütigem Motorbetrieb die Temperaturen T1A, T2A und T3A jeweils auf 100°C, 123,0°C und 145,0°C ansteigen und dann abrupt fallen.

Tabelle 4 (Temperaturen in °C)

Temperatur T in °C

Spannung (V)	Strom (mA)	U/min	Spule (T1)	Kondensator (T2)	Transistor (T3)	Zeit (min)	Bemerkungen
43	950	1330	26,6	26,4	27	0	
43	1000	1330	47,9	87,6	78,7	10	
43	1100	1323	64,0	108,2	99,6	20	
43	920	1330	74,0	113,0	121,7	30	
43	960	1325	78,5	145,0	123,0	33	
43	1000	1330	69,9	85,0	77,7	36	Transistor zerstört

Die fünfte Ausführungsform hält wie oben beschrieben die Temperatur T3 des Transistors auch dann auf ungefähr 67°C, wenn der Motor fortlaufend 5 Stunden betrieben wird. Der Transistor des geschlossenen Motors fiel nach 36 Minuten aus.

Durch das Ausbilden einer Anzahl Löcher in den beiden Läufern und den oberen und unteren Gehäusen zur Abfuhr der Wärme, die die Antriebsspule und das Antriebsbauteil im Motor erzeugen, kann der Motor wie oben beschrieben auf relativ niedriger Temperatur gehalten werden. Dadurch vermeidet man eine Minderung der Leistungsabgabe und ein thermisches Wegdriften des Ausgangstransistors.

#### Patentansprüche

1. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ, umfassend erste und zweite ringförmige Läufer (33, 35), die jeweils eine Anzahl magnetische Nord- und Südpole, abwechselnd angeordnet, enthalten, wobei die ersten und zweiten Läufer (33, 35) so einander gegenüberstehen, daß entsprechende Magnete eine einander entgegengesetzte Polarität besitzen; eine Welle (31), die über eine Laubbuchse (23) mit einem Mittenabschnitt der Läufer (33, 35) verbunden ist; ein zylindrisches Gehäuse (20A, 20B), das die entgegengesetzten Enden der Welle (31) drehbar haltert; und erste und zweite ringförmige Ständer (27, 29), die jeweils eine Anzahl trägerlose Ständerspulen (25, 26) besitzen, so daß jeweils auf die ersten und zweiten Läufer (33, 35) in entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft ausgeübt wird, wobei die ersten und zweiten Ständer (27, 29) mit einem vorbestimmten Abstand zwischen den ersten und zweiten Läufern (33, 35) angeordnet sind.
2. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ nach Anspruch 1, wobei jeder Läufer (33, 35) einen Träger (47) besitzt, der aus einem nichtmagnetischen Material besteht, und die Magnete (45A, 45B, 45C, 45D, 45E, 45F, 45G, 45H) mit vorbestimmtem Abstand, abwechselnd mit Nord- und Südpol in die Halterung (47) eingesetzt sind.
3. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ nach Anspruch 1, wobei die Läufer (33, 35) jeweils einen ringförmigen Magneten (5) besitzen, der abwechselnd mit Nord- und Südpolen (5A, 5B) magnetisiert ist, sowie ein Joch (37) hat, das den ringförmigen Magneten (5) hält.
4. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ nach Anspruch 1, wobei die Ständer (27, 29) eine gedruckte Leiterplatte (21) besitzen, auf deren beiden Seiten die trägerlosen Ständerspulen (25, 26) angeordnet sind, wobei die gedruckte Leiterplatte (21) auf einem mittleren Abschnitt des Gehäuses befestigt ist.
5. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (31) über Lager (39, 41), die an gegenüberliegenden Innenwänden des Gehäuses (20A, 20B) montiert sind, drehbar im Gehäuse aufgenommen ist.
6. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor vom Doppelläufer-Typ nach Anspruch 1, der die in Anspruch 1 bestimmten Bauteile in axialer Ausrichtung aufweist.
7. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und zwei Ständern, umfassend erste und vierte ringförmige Läufer (33, 35A), die mit vorbestimmtem Abstand angeordnet sind und jeweils eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen; zweite und dritte ringförmige Läufer (35, 33A), die jeweils eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen, wobei die zweiten und dritten Läufer (35, 33A) zwischen den ersten und vierten Läufern (33, 35A) angeordnet sind; eine Welle (31), die über Laubbuchsen (23, 23A) mit einem Mittenabschnitt der Läufer (33, 33A, 35, 35A) verbunden ist; linke und rechte Gehäuse (20A, 20B), die die Welle (31) drehbar aufnehmen;

ein mittleres Gehäuse (20C), das die linken und rechten Gehäuse (20A, 20B) verbindet;  
 erste und zweite ringförmige Ständer, die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen (25, 26) aufweisen, um in  
 zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und zweiten  
 Läufer (33, 35) auszuüben, wobei die ersten und zweiten Ständer auf entgegengesetzten Seiten einer  
 gedruckten Leiterplatte (21) befestigt sind, die vom linken und mittleren Gehäuse (20A, 20C) gehalten wird;  
 und

dritte und vierte ringförmige Ständer, die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen (25A, 26A) aufweisen, um in  
 zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den dritten und vierten  
 Läufer (33A, 35A) auszuüben, wobei die dritten und vierten Ständer auf entgegengesetzten Seiten einer  
 gedruckten Leiterplatte (21A) befestigt sind, die vom rechten und mittleren Gehäuse (20B, 20C) gehalten  
 wird.

8. Bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern, umfassend  
 einen ringförmigen Läufer (123), der eine Anzahl Magnete mit abwechselnd angeordneten Nord- und  
 Südpolen aufweist;

eine Welle (133), die über eine Laubuchse (131) mit einem Mittenabschnitt des Läufers (123) verbunden ist;  
 ein zylindrisches Gehäuse (137, 143), das die entgegengesetzten Enden der Welle (133) aufnimmt und  
 drehbar hält; und

erste und zweite ringförmige Ständer (127, 129), die jeweils eine Anzahl trägerlose Spulen (125, 125)  
 aufweisen, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den Läufer  
 (123) auszuüben, wobei die ersten und zweiten Ständer (127, 129) an entgegengesetzten inneren Seiten des  
 zylindrischen Gehäuses (137, 143) montiert sind.

9. Bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern nach Anspruch 8, wobei der Läufer  
 einen Träger (47) enthält, der aus nichtmagnetischem Material hergestellt ist, sowie die Anzahl Magnete  
 (45A, 45B, 45C, 45D, 45E, 45F, 45G, 45H), die mit einander abwechselnden Nordpolen und Südpolen mit  
 vorbestimmtem Abstand in den Träger (47) eingesetzt sind.

10. Bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern nach Anspruch 8, wobei jeder der  
 Ständer (127, 129) eine gedruckte Leiterplatte (135, 141) umfaßt, die am Gehäuseinnenrand befestigt ist, und  
 eine Anzahl trägerlose Spulen (125, 126), die auf der gedruckten Leiterplatte (135, 141) befestigt sind.

11. Bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern nach irgendeinem der Ansprüche 8  
 bis 10, wobei das Gehäuse (137, 143) ein oberes Gehäuse (137) und ein unteres Gehäuse (143) umfaßt, die  
 Welle (133) mit oberen und unteren Lagern (147, 149), die an einem inneren Mittenabschnitt montiert sind,  
 drehbar im Gehäuse (137, 143) gehalten wird, und der Motor zudem ein elastisches Glied (151) enthält, das  
 zwischen dem unteren Gehäuse (143) und dem unteren Lager (149) angeordnet ist, um die Axialschwingun-  
 gen des Motors zu dämpfen.

12. Bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Läufer und zwei Ständern nach Anspruch 8, wobei die in  
 Anspruch 8 angegebenen Bauteile des Motors in axialer Richtung angeordnet sind.

13. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer, umfassend  
 erste und zweite ringförmige Läufer (73A, 73B), die mit einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind und  
 jeweils eine Anzahl Magnete mit einander abwechselnd angeordneten Nord- und Südpolen aufweisen;  
 eine Welle (77), die über eine Laubuchse (75A, 75B) mit einem Mittenabschnitt der Läufer (73A, 73B)  
 verbunden ist;

obere und untere Gehäuse (71A, 71B), die die Welle (77) drehbar aufnehmen; und  
 einen Ständer (51), der eine Anzahl Ständerspulen (55) aufweist, um in zueinander entgegengesetzten  
 Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und den zweiten Läufer (73A, 73B) auszuüben,  
 wobei der Ständer (51) zwischen den ersten und zweiten Läufern (73A, 73B) montiert und mit Hilfe eines  
 Formmaterials ringförmig ausgebildet ist, und ein äußerer Rand des Ständers (51) zwischen dem oberen und  
 unteren Gehäuse (71A, 71B) gehalten wird.

14. Kern- und bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 13,  
 wobei der Ständer umfaßt

eine Anzahl gewickelter Spulen (55),  
 einen Ständerkörper (59) zum Befestigen der gewickelten Spulen (55) in ringförmiger Gestalt und zum  
 Abdichten eines freiliegenden Abschnitts der gewickelten Spulen (55), und  
 eine gedruckte Hilfsleiterplatte (57), die auf einer Seite des Körpers (59) zum elektrischen Verbinden der  
 Spulen montiert ist.

15. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 14, wobei jede  
 Spule (55) auf einen Spulenträger (53) gewickelt ist.

16. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach irgendeinem der Ansprüche  
 13 bis 15, zudem umfassend einen Kurzschlußring, der die Massenpunkte der Spulen verbindet.

17. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 13 oder 14, wobei  
 der Ständer mit einer Keilnut (253A) und einer Feder (253B) versehen ist, so daß er beim Zusammenbau der  
 Gehäuse das obere und untere Gehäuse automatisch ausrichtet.

18. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 13, zudem umfas-  
 send eine gedruckte Regelungsleiterplatte (87), die einen Antriebsstrom in den Ständer (51) einspeist, wobei  
 die gedruckte Regelungsleiterplatte (87) auf einer Seite entweder des oberen oder des unteren Gehäuses  
 (71A, 71B) montiert ist.

19. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 18, wobei der  
 Ständer (51) an seiner einen Seite mit einem ersten Anschluß (63A) zur Verbindung mit der gedruckten  
 Regelungsleiterplatte (87) versehen ist und an seiner anderen Seite mit einem zweiten Anschluß (63b) zur

Verbindung mit einem weiteren Ständer.

20. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern und einem Ständer nach Anspruch 19, wobei die in Anspruch 19 angegebenen Bauteile des Motors in axialer Richtung angeordnet sind.

21. Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor, umfassend die Schritte:

Bereitstellen einer Anzahl Ständerspulen durch Wickeln einer isolierten Spule auf Spulenträger mit Hilfe einer üblichen Wickelmaschine;

elektrisches Verbinden der Ständerspulen mit einer gedruckten Leiterplatte, die in der Mitte ein Loch hat; und

Formen des Ständers in ringförmige Gestalt mit einem Loch in der Mitte durch Ummanteln mit einer Formmasse, um einen freiliegenden Abschnitt der Ständerspulen abzudichten.

22. Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor, umfassend die Schritte:

Bereitstellen einer Anzahl gewickelter Spulen mit gleichen Abständen auf einer gedruckten Leiterplatte und Verbinden der Spulenanschlüsse; und

Formen des Ständers in ringförmige Gestalt mit einem Loch in der Mitte durch Ummanteln mit einer Formmasse, um einen freiliegenden Abschnitt der Ständerspulen abzudichten.

23. Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 22, wobei man jede gewickelte Spule durch Wickeln einer isolierten Spule um einen Spulenträger mit Hilfe einer üblichen Wickelmaschine erhält.

24. Verfahren zum Herstellen eines Ständers für einen kern- und bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 22 oder 23, wobei die Ständerspulen während des Ständerformungsschritts durch Ummanteln gemeinsam mit einem ringförmigen Ständerträger, der vorher aus Formmasse hergestellt wurde, zu einem Teil verbunden werden.

25. Ständer eines kern- und bürstenlosen Gleichstrommotors, umfassend

eine Anzahl gewickelter Spulen;

einen ringförmigen Ständerkörper, der durch Einbringen einer Formmasse zwischen die Spulen hergestellt wird; und

eine gedruckte Leiterplatte, die auf einer Seite des Körpers befestigt ist und die Spulen verbindet.

26. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern, umfassend

erste und zweite ringförmige Läufer (73A, 73B), die mit einem vorbestimmten Abstand angeordnet sind und jeweils eine Anzahl Magnete mit einander abwechselnden Nord- und Südpolen aufweisen;

eine Welle (77), die über eine Laufbuchse (75A, 75B) mit einem Mittenabschnitt der Läufer (73A, 73B) verbunden ist;

obere und untere Gehäuse (71A, 71B), die die entgegengesetzten Enden der Welle (77) drehbar aufnehmen;

einen ringförmigen Ständer (51), der eine Anzahl mit Formmasse gehaltener Ständerspulen (55) aufweist, um in zueinander entgegengesetzten Richtungen eine elektromagnetische Kraft auf den ersten und den zweiten Läufer (73A, 73B) auszuüben, wobei der Ständer (51) mit einem vorbestimmten Abstand zwischen den ersten und zweiten Läufern (73A, 73B) montiert ist; und

eine gedruckte Regelungsleiterplatte (87) zum Einspeisen eines Antriebsstroms in den Ständer (51), wobei die gedruckte Regelungsleiterplatte (87) entweder auf dem oberen oder dem unteren Gehäuse (71A, 71B) montiert ist, und das obere und das untere Gehäuse (71A, 71B), die gedruckte Regelungsleiterplatte (87) und der erste und zweite Läufer (73A, 73B) eine Anzahl Belüftungslöcher (311, 313, 315, 317A, 317B) aufweisen, um dem Motorinneren Außenluft zuzuführen.

27. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern nach Anspruch 26, wobei Belüftungslöcher im oberen und unteren Gehäuse (71A, 71B), in der gedruckten Regelungsleiterplatte (87) und im ersten und zweiten Läufer (73A, 73B) ausgebildet sind, die jeweils einander entsprechend und mit gleichem Durchmesser nahe an der Welle (77) angeordnet sind.

28. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern nach Anspruch 26 oder 27, wobei zusätzliche Belüftungslöcher (321A, 321B) in den oberen und unteren Gehäusen und am Außenrand des Ständers bereitgestellt sind.

29. Bürstenloser Gleichstrommotor mit zwei Läufern nach Anspruch 26, wobei das Magnetjoch (83A) des Läufers (73A) mit einer Anzahl magnetischer Streulöcher (319) versehen ist, durch die der Magnetfluß streuen kann, und ein Hallelement (89) auf der Rückseite der gedruckten Regelungsleiterplatte (87) angeordnet ist.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



FIG. 1

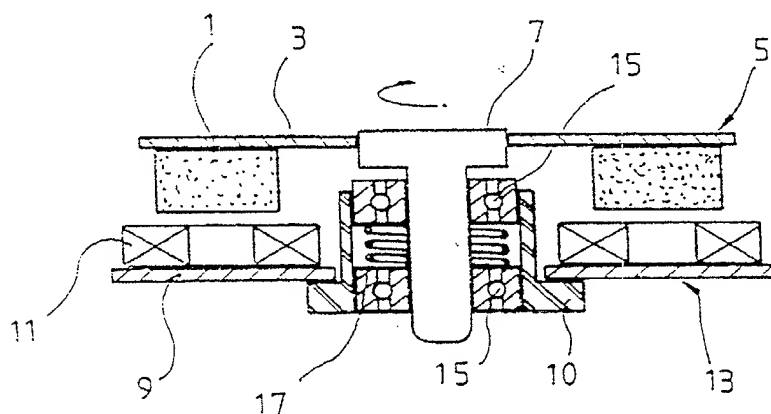


FIG. 3

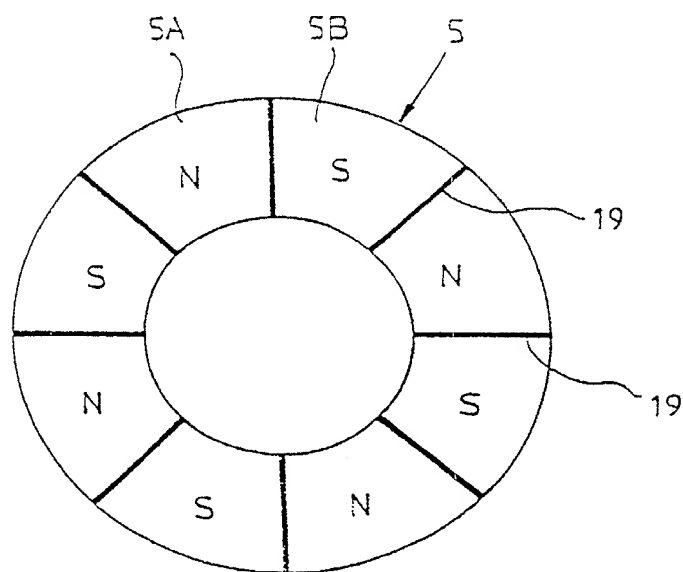
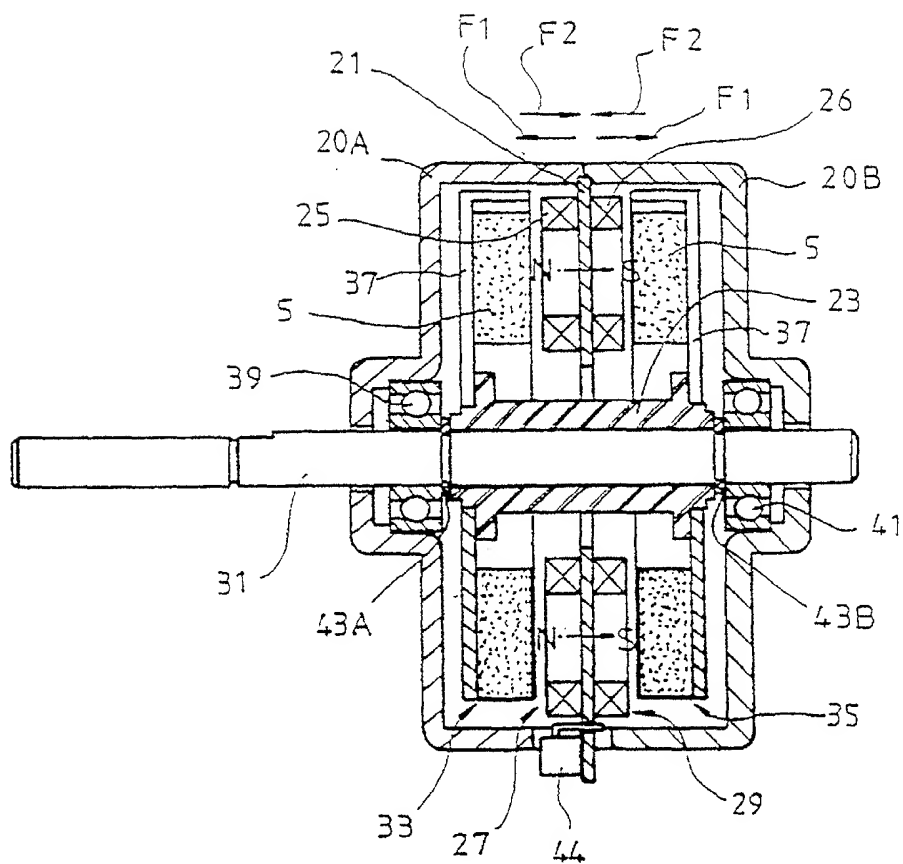
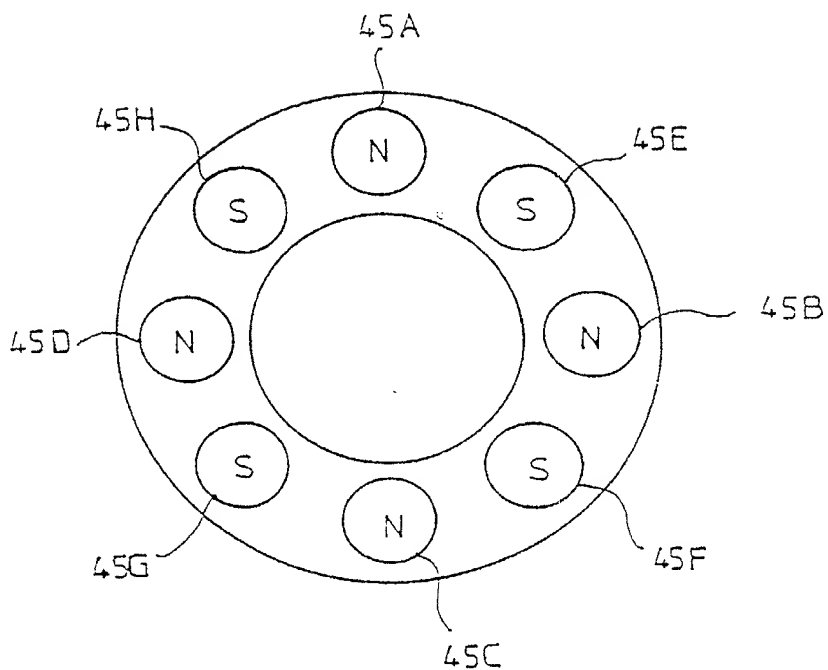


FIG. 2



**FIG. 4(A)**



**FIG. 4(B)**

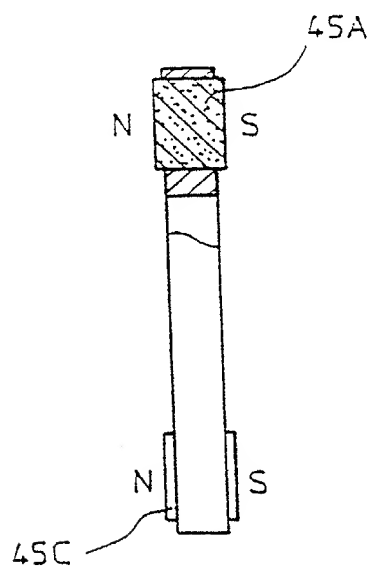


FIG. 5

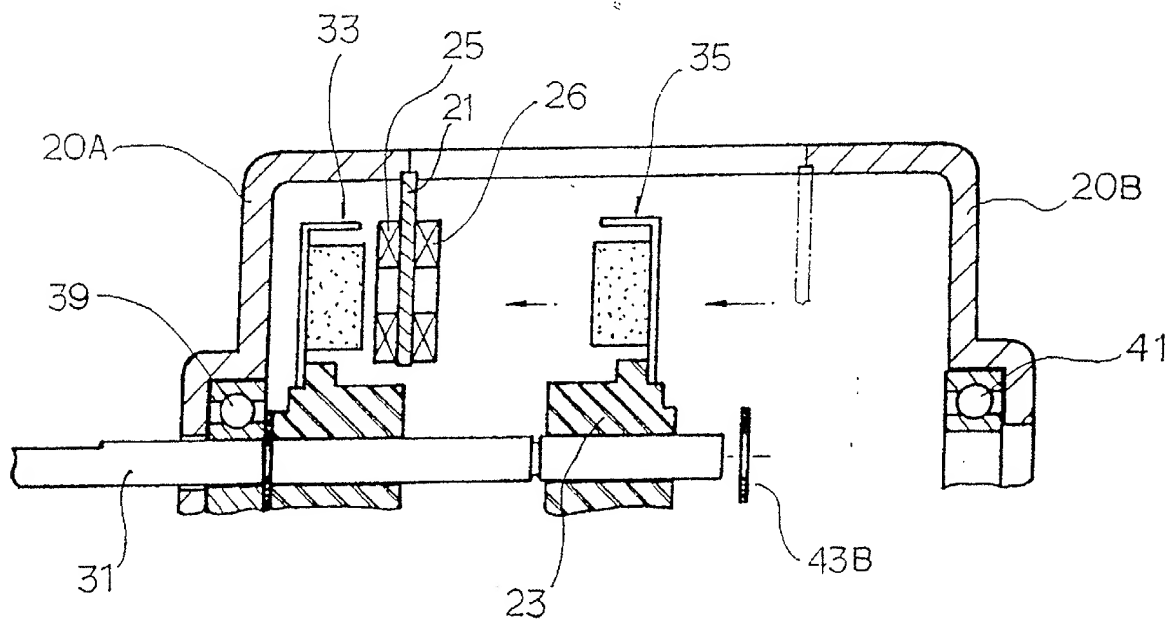


FIG. 6

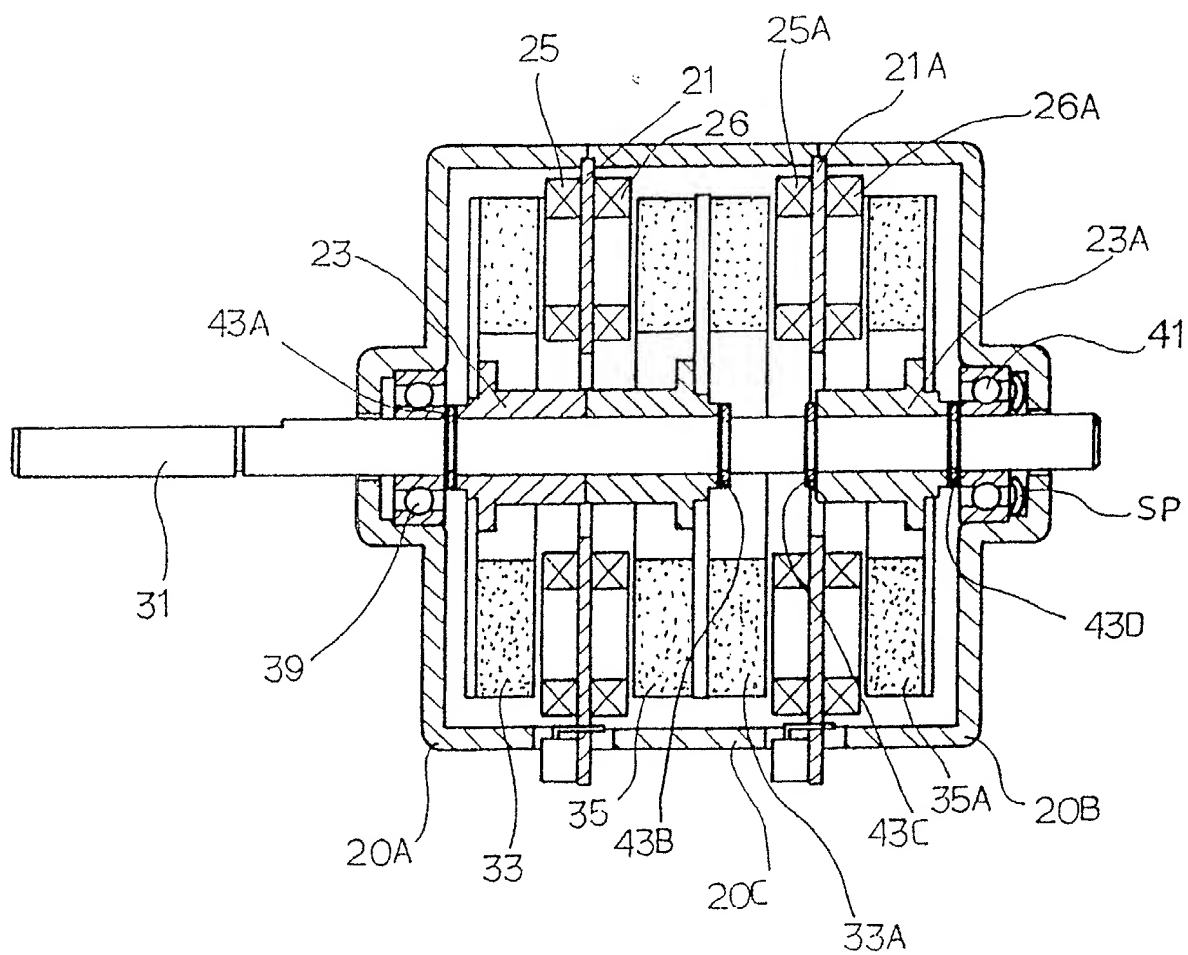


FIG. 7

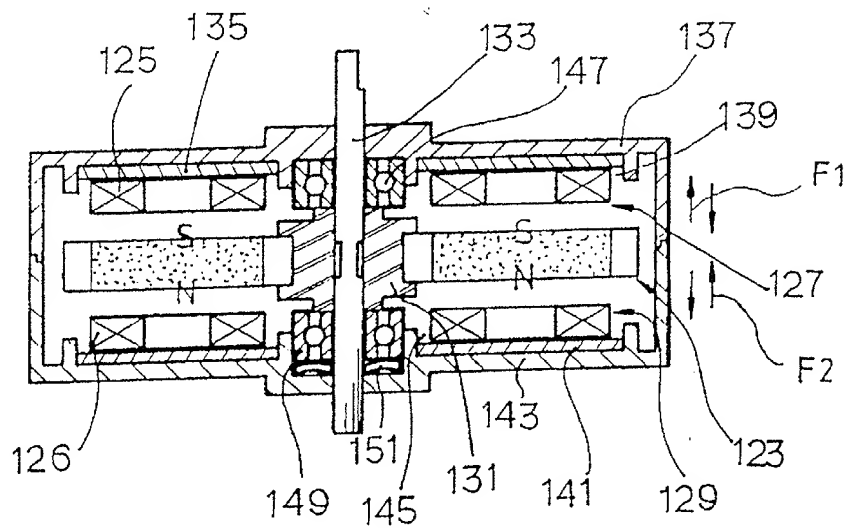




FIG. 8

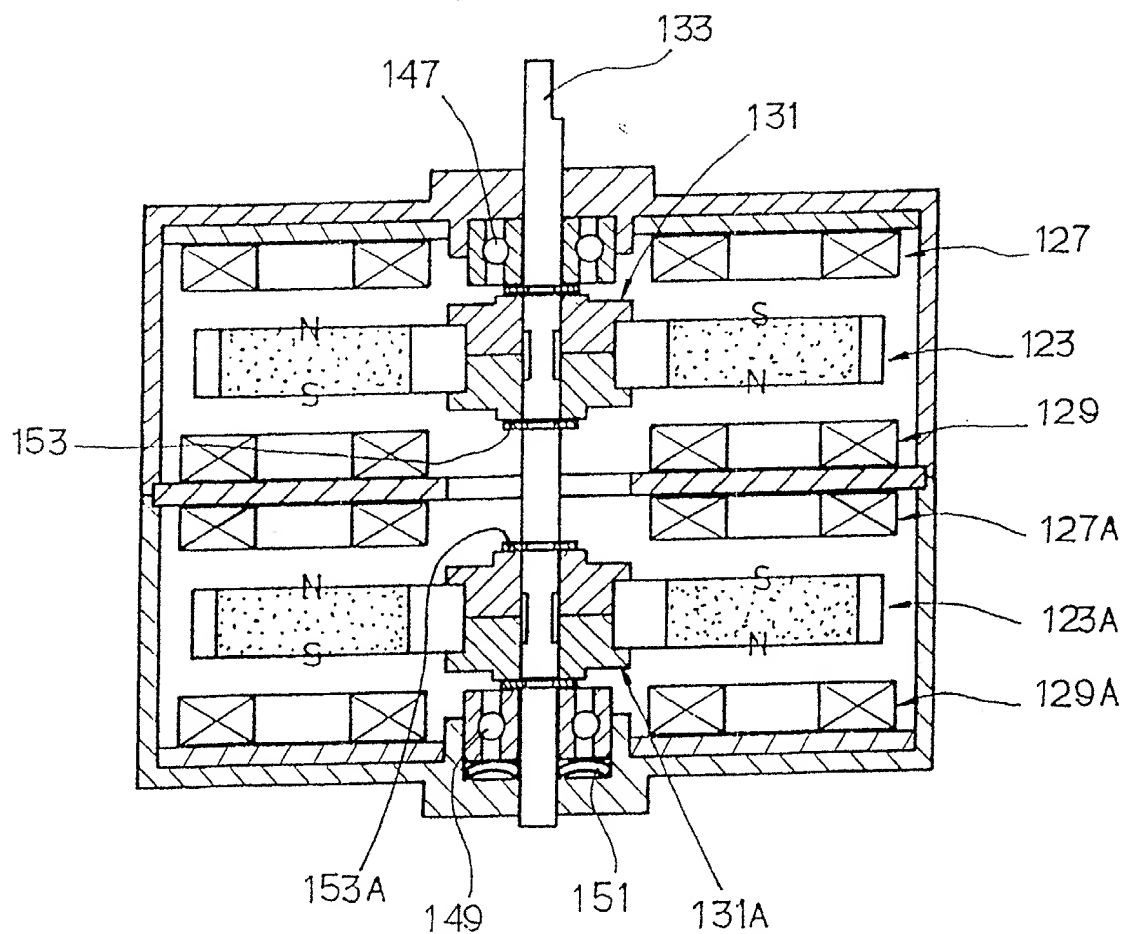


FIG. 9(A)

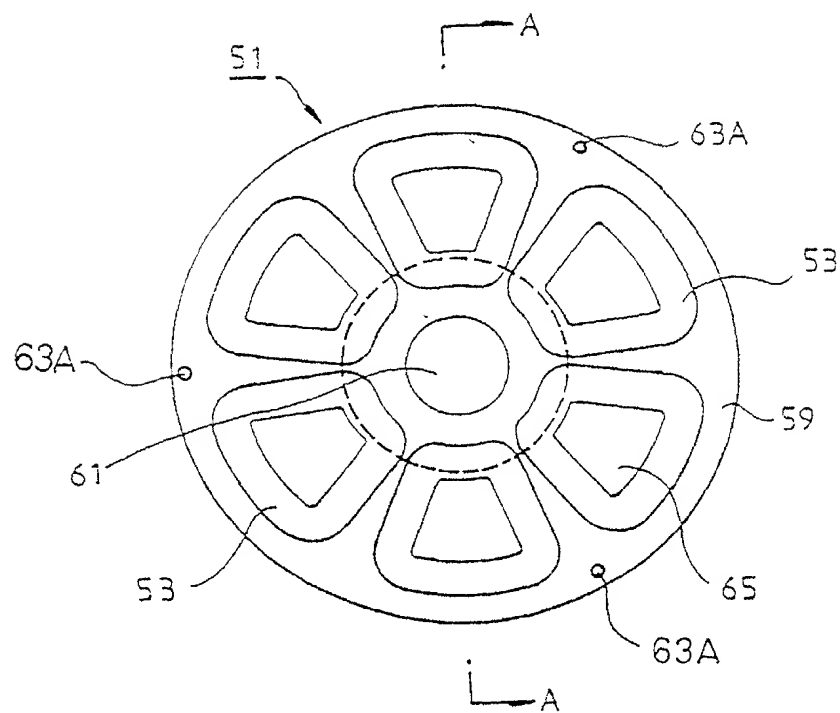


FIG. 9(B)

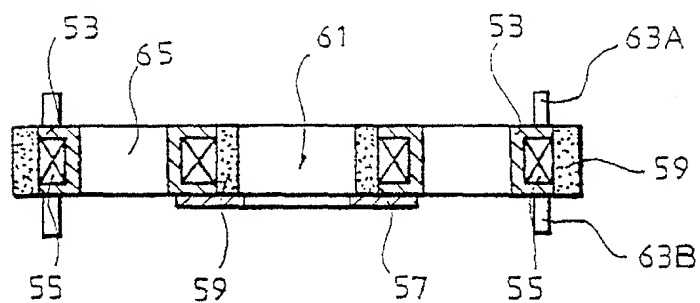


FIG. 10

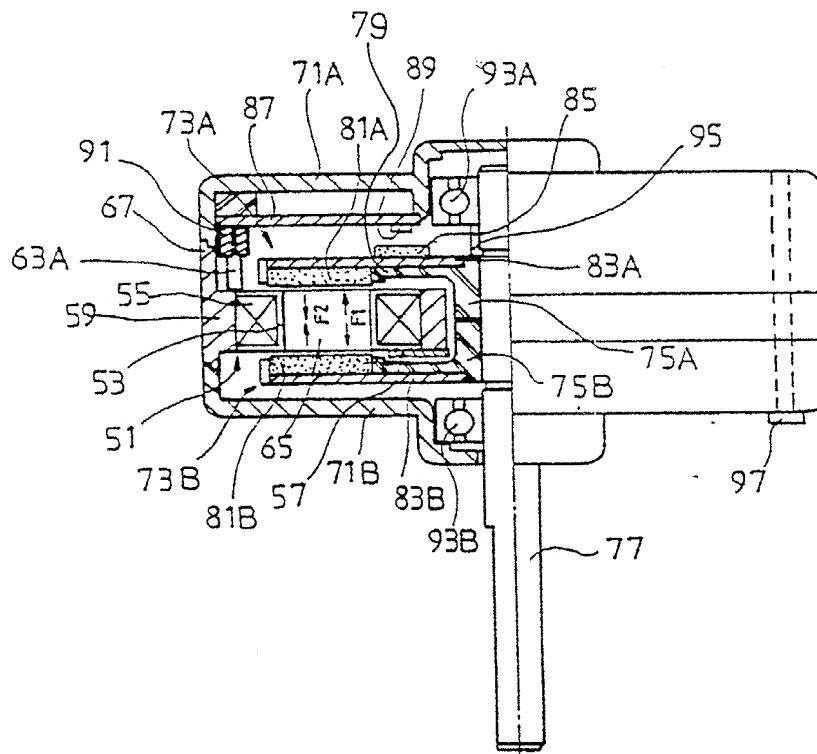


FIG. 11

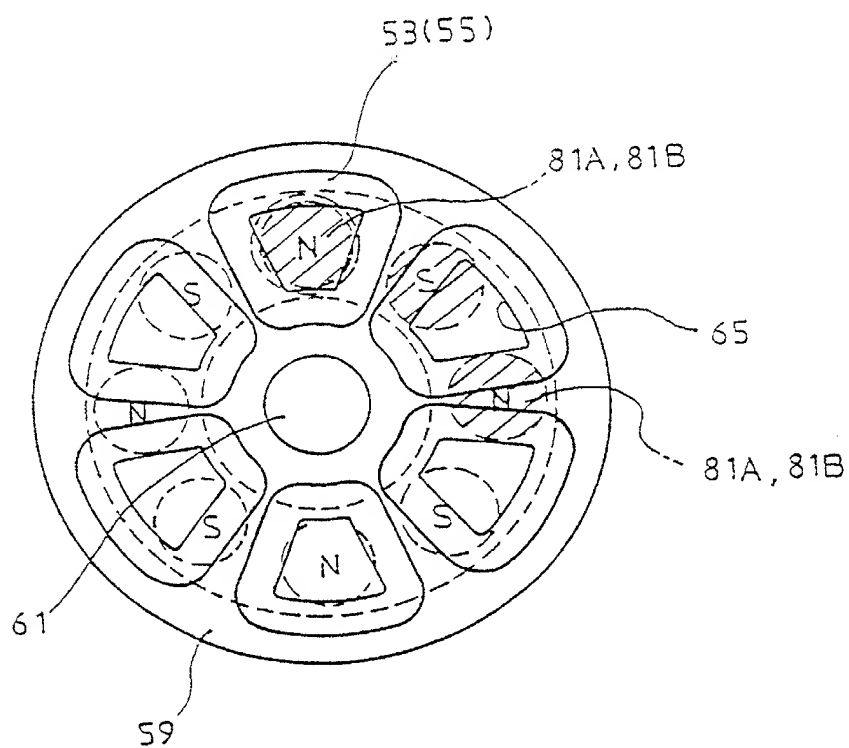
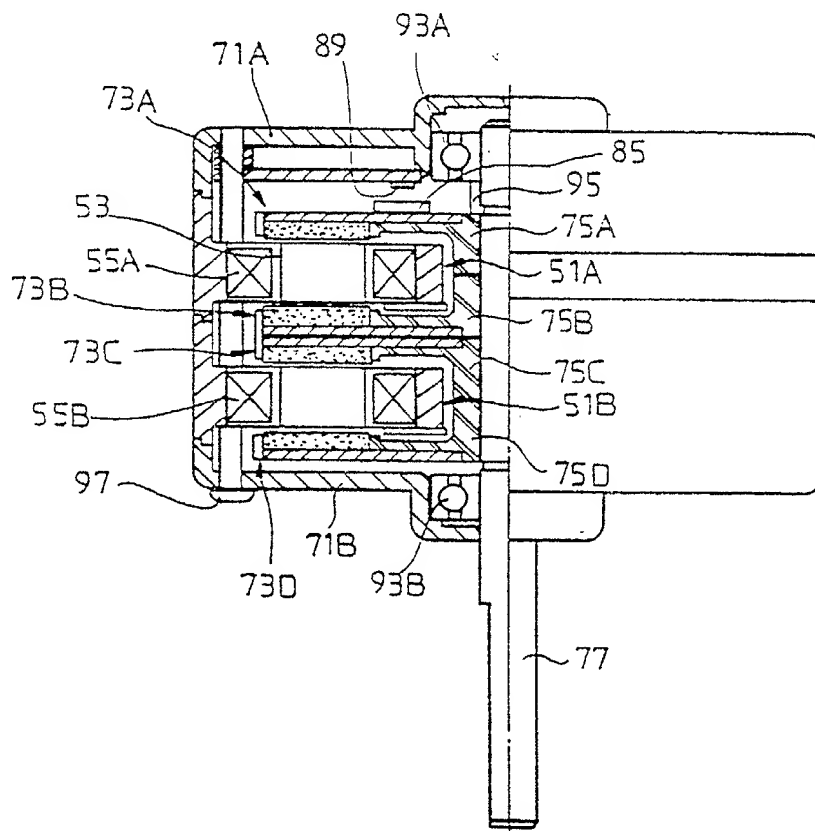
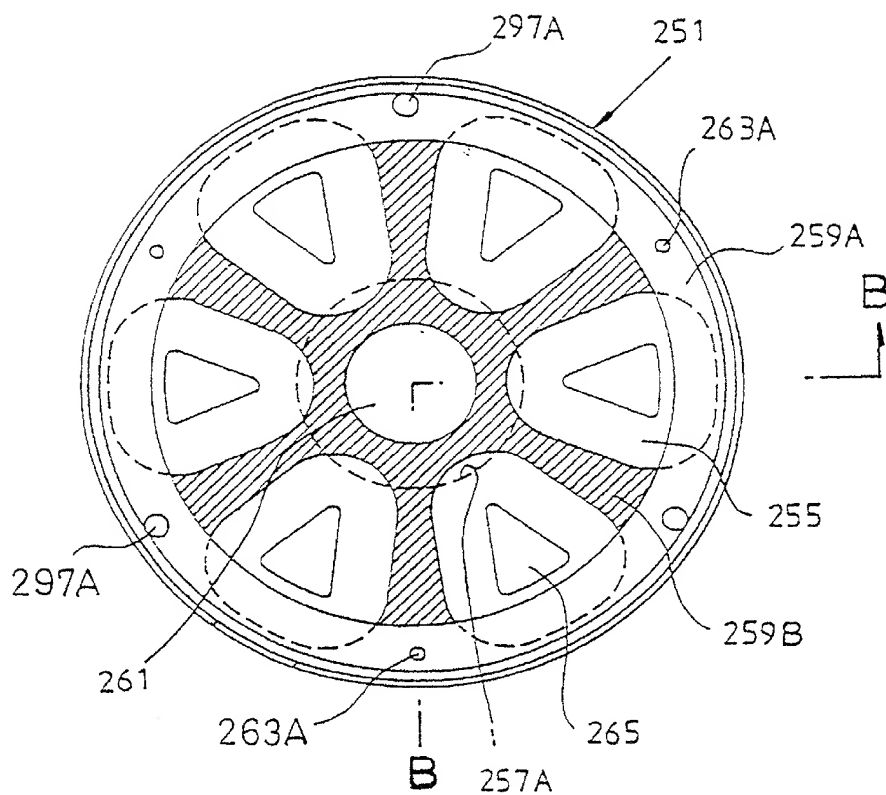


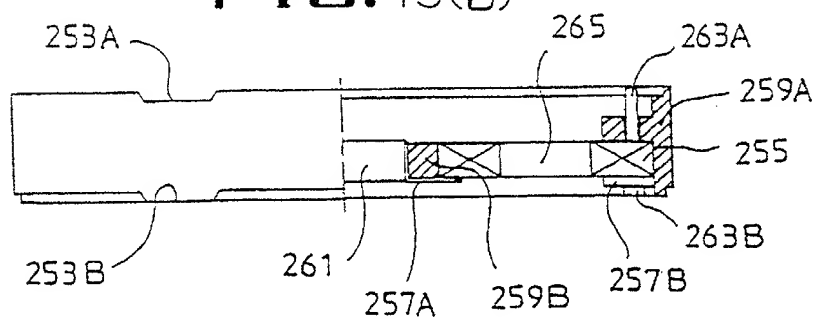
FIG. 12



**FIG. 13(A)**

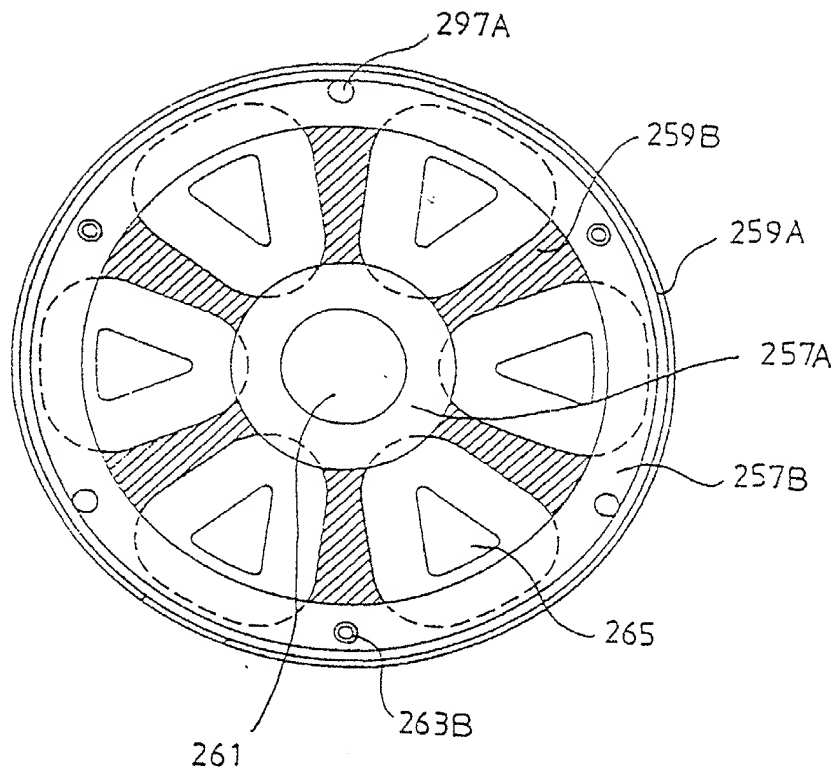


**FIG. 13(B)**





**FIG. 13(C)**



**FIG. 16**

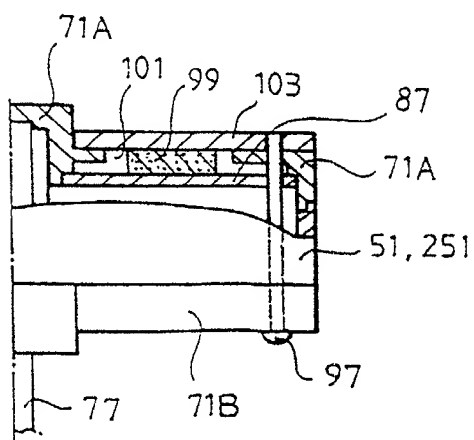


FIG. 15

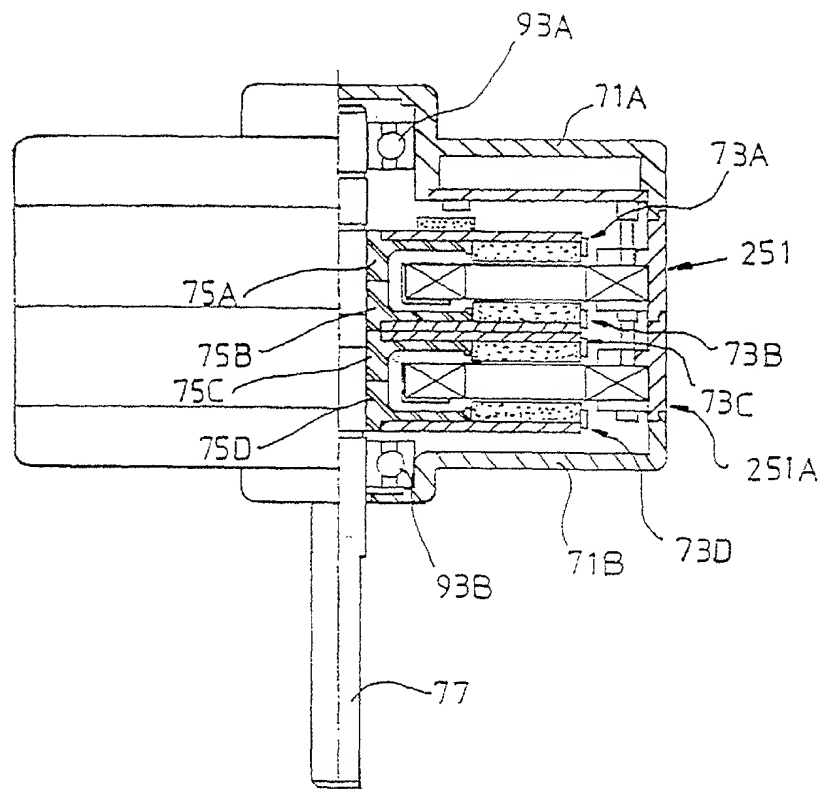
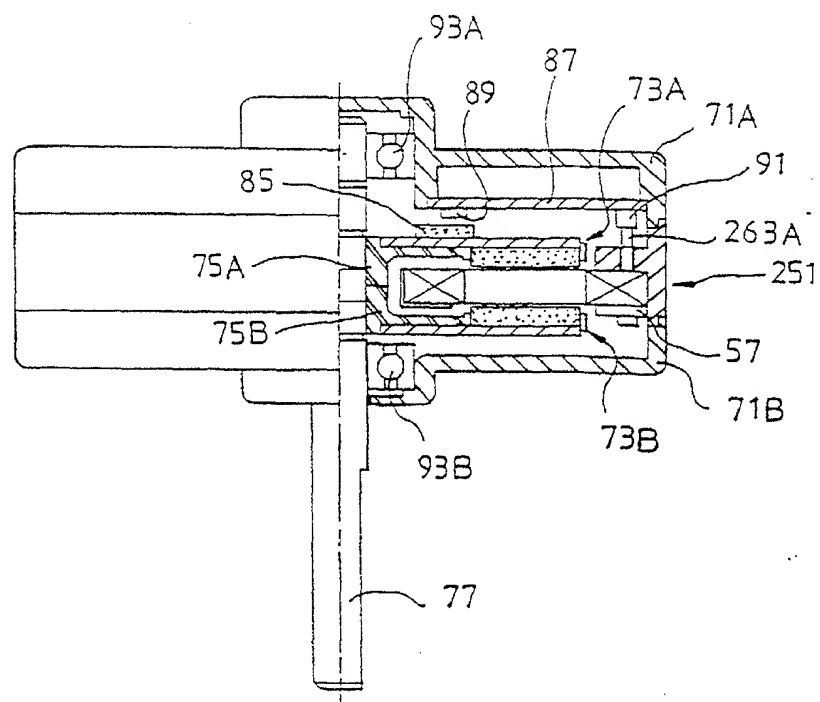
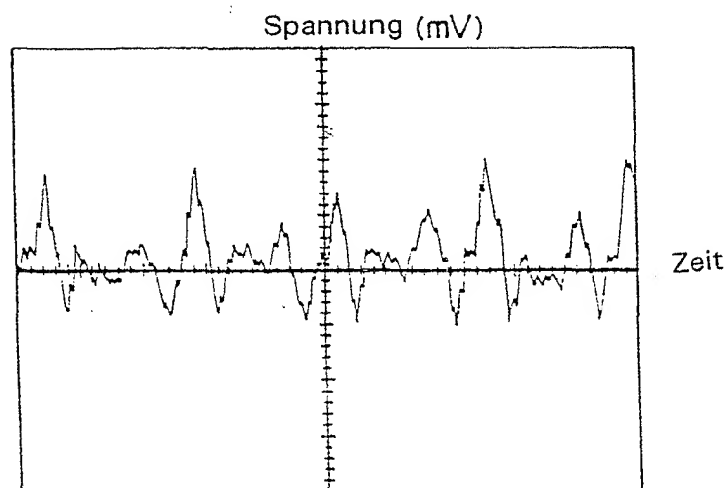


FIG. 14



**FIG. 17(A)**



**FIG. 17(B)**

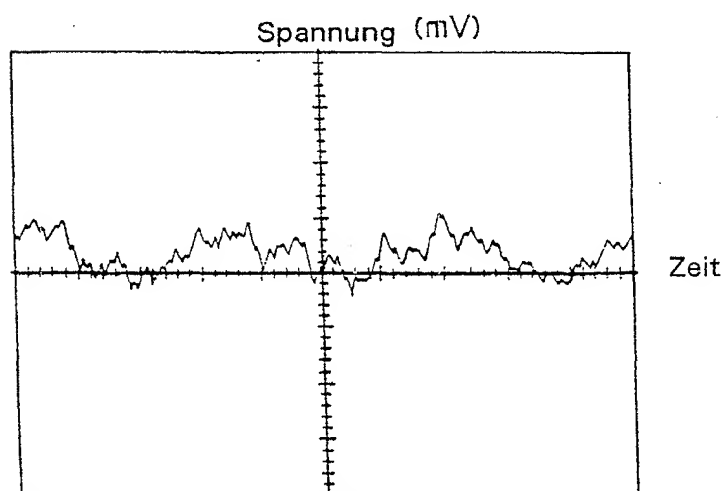


FIG. 18

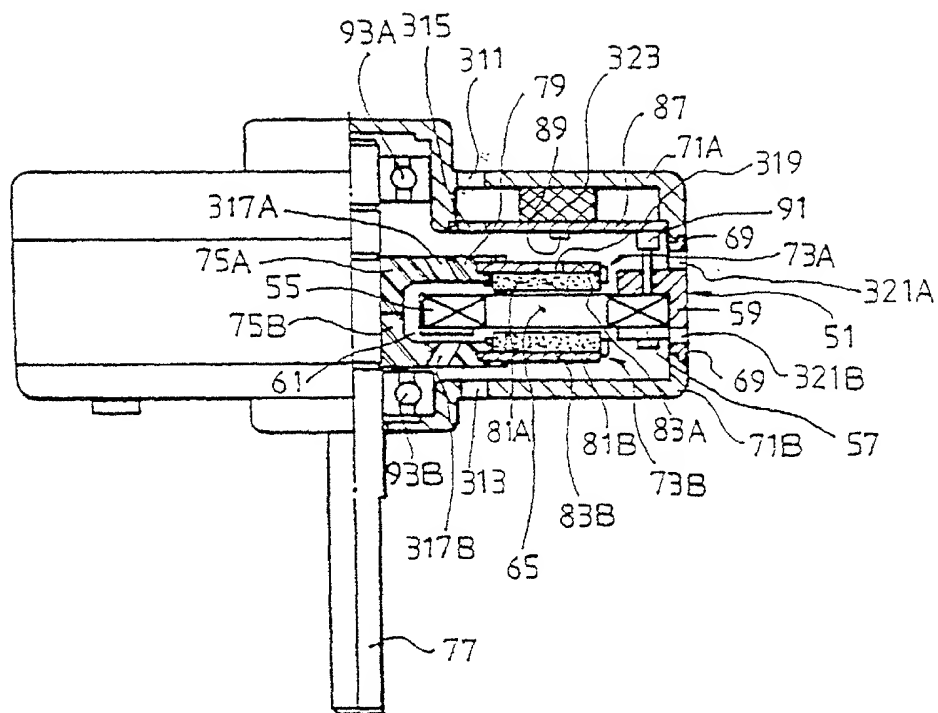


FIG. 19

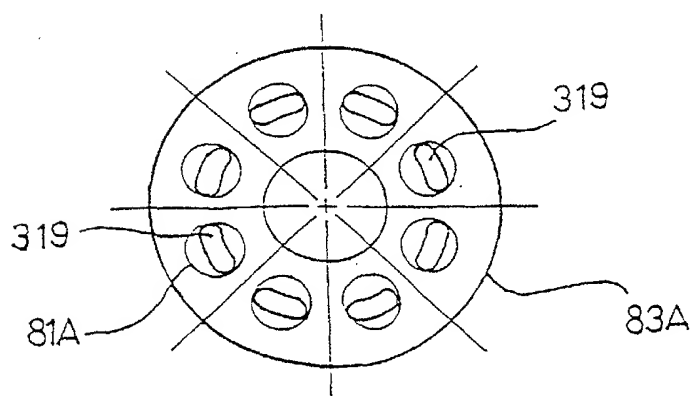


FIG. 20

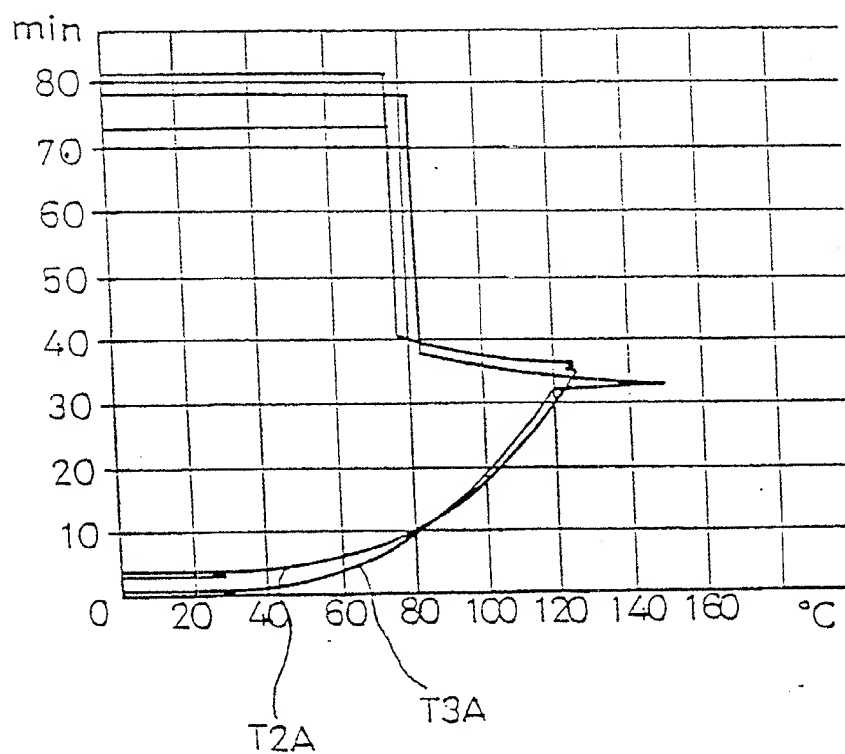


FIG. 21

